SPISY
VYDÁVANÉ PŘÍRODOVĚDECKOU FAKULTOU MASARYKOVY UNIVERSITY
ТРУДЫ
ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКОГО
ФАКУЛЬТЕТА УНИВЕРСИТЕТА
ИМ. Т. Г. МАСАРИКА
PUBLICATIONS
DE LA
FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ MASARYK
VEDOUCÍ REDAKCE
J. M. MOHR

ŘADA K 7 ČÍSLO 335

VLADIMÍR RYPÁČEK

Destrukční rozklad blan buněčných borové běli houbou Coniophora cerebella (Pers.) Schröt.

VLADIMÍR TICHÝ A VLADIMÍR RYPÁČEK

I. O antibiotickém vlivu lišejníku Parmelia physodes (L.) Ach. na růst některých dřevokazných hub.

II. O fungistatickém účinku lišejníkových kyselin druhu Parmelia physodes (L.) Ach.

1952/3

S PODPOROU MINISTERSTVA ŠKOLSTVÍ, VĚD A UMĚNÍ VYDÁVÁ
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA MASARYKOVY UNIVERSITY
BRNO, KOTLÁŘSKÁ 2

NA SKLADĚ MÁ
В продаже у | EN VENTE CHEZ
KNIHA LIDU, PRAHA XII, UL. J. MASARYKA 36

HARVARD MYCOLOGICAL LIBRARY
9 - AUG 1956

DESTRUKČNÍ ROZKLAD BLAN BUNĚČNÝCH BOROVÉ BĚLI HOUBOU *CONIOPHORA CEREBELLA* (PERS.) SCHRÖT.

Změny v botnavosti a fysikálním stavu dřeva jako indikátor strukturálních změn blány buněčné.

Vladimír Rypáček.

Práce z ústavu pro fysiologii rostlin Masarykovy university v Brně.
K tisku předloženo v prosinci 1951.

I. Úvod.

Coniophora cerebella (Pers.) Schröt. patří do té skupiny dřevokazných hub, které rozkládají celulosu. Tyto celulosovorní houby způsobují dle Falcka (1926) destrukci dřeva, rozkládajíce polysaccharidickou část blány buněčné.

S hlediska chemického zabývalo se složením zdřevnatělé blány buněčné mnoho autorů a detailní údaje o tom najdeme na mnoha místech (Hägglund 1939, Kollmann 1936, Jahn 1946 atd., kde najdeme také bližší literaturu). Polysaccharidická složka je representována v bláně buněčné hlavně celulosou a hemicelulosami, kterýžto název uvádí po prvé Schultze 1891. Hawley a Norman (1932) rozděluje hemicelulosy v zásadě do dvou skupin podle stupně vazby s celulosou. Jedna část se nedá oddělit od celulosy ani při stanovení methodou podle Crosse a Bevana (1911, p. 95). Tuto skupinu nazývají autoři jako celulosan a je v ní vázána určitá část xylanu a mananu. V druhé části jsou pak hexosany, pentosany a hexopentosany, příp. pentosy nebo hexosy navázané na uronovou kyselinu. Pod pojmem hemicelulos jsou tedy zahrnuty ty polysaccharidy, které jsou rozpustné v slabých alkaliích a již zředěnými kyselinami se lehce hydrolysují.

Druhá složka zdřevnatělých blan buněčných je složka nesaccharidická a je tvořena především ligninem. Jeho chemie je souborně zpracována na mnoha místech (na př. Fuchs 1926, Freudenberg 1939, Phillips 1946 a jinde). Otázkou tvorby ligninu se zabývala Bardinskaja (1950). Podle všech literárních údajů lze mít za prokázáno, že tvorba ligninu vychází od pektinu, resp. pektinu a pentosanů. Lze to doložiti i histochemickými důkazy, neboť převážná část ligninu je uložena v primární vrstvě blány buněčné. Tak Richter (1925) ukazuje, že na př. *Pinus ponderosa* obsahuje v primární vrstvě blány buněčné 23,4% ligninu, zatím co ve vrstvách sekundárních jen 6,9%. Podobně Freudenberg, Janson, Knopf a Haag (1936) zjišťují v primární vrstvě blány buněčné smrku 24% ligninu, zatím co v sekundárních vrstvách jen 4%. Je tedy cca 80% veškerého ligninu uloženo v primárních neboli kambiálních

částech zdřevnatělých blan buněčných (rozdělení blan buněčných na vrstvy primární a sekundární ve smyslu Kerra a Baileye 1934).

Celulosa a lignin jsou hlavními komponentami, které se na stavbě blány buněčné podílejí a které jí dávají nejen její chemické, ale i fysikální a fysikálně chemické vlastnosti. Ze submikroskopické stavby blány buněčné, o níž podává sumární referát na př. Frey-Wissling (1940), vyplývají její další vlastnosti, jako bobtnavost, anisotropie, povrchové vlastnosti, a lze na základě těchto fakt vysvětliti velmi mnoho pro fysiologický význam blány buněčné v živé rostlině (o těchto vlastnostech blány buněčné viz na př. Hermans 1946, Forsaith 1946, Stamm 1946 a j.).

Blány buněčné jsou začasté rozkládány specifickými mikroorganismy. Tento rozklad blan buněčných probíhá někdy ještě v rostoucím stromu, jindy rozkládají mikroorganismy blány buněčné odumřelých částí rostlin. Na tomto rozkladu podílí se velmi mnoho druhů mikroorganismů, především hub a bakterií. Mezi obojími nacházíme specialisty lignivorní i celulosovorní. Tento rozklad v přírodě stále probíhá a je podstatnou součástí pochodů humifikačních (souborně zpracovali na př. Němec 1928, Hägglund 1939, p. 352 a násl., Waksman 1946, Janke 1949, kde je uvedena také bližší literatura). Otázce významu humusu pro rostlinu jest v sovětské vědecké literatuře věnováno hodně místa. Na růst a vývoj rostliny působí nejen organické látky při humifikačních pochodech vznikající, jak prokazují na př. Gellerman (1950), Kononova a Pankova (1950) a jiní, ale působí sama i půdní mikroflora.

Rozklad blan buněčných je umožněn enzymy, které dřevokazné houby produkují a vylučují je především na vrcholu vlákna. Rozklad celulosy je prováděn enzymem celulásou, rozklad hemicelulos cytasami, rozklad ligninu způsobuje hadromasa. Houby produkují i jiné enzymy, jako jsou mnohé proteolytické enzymy (tripsin, pepsiny) nebo invertasy a diastasy a j. Tyto enzymy třeba ovšem chápat jako celé komplexy a nikoliv jako individua. Houba neobsahuje dále enzym jediný, nýbrž větší množství (až 12, Schmitz 1920, 1921). Vznik enzymů a jejich význam s ohledem na jejich funkce je velmi složitou otázkou biochemickou. Souborné práce o tom podávají na př. Pringsheim 1931, Bose 1939, dále i Bělozerskij a Proskurjakov 1951, kde je uvedena také bližší literatura. K tomu třeba připomenout, že aktivnost enzymů buď zvyšují synergické nebo snižují antagonistické mikroorganismy, jak dokazuje Siděri (1950), které v přírodě vždy spolupůsobí. S tohoto hlediska řešil význam antagonisticky působících mikroorganismů proti rozkladné činnosti dřevokazných hub Hejtmánek (1951).

Houba svou enzymatickou činností vyvolává v bláně buněčné nejen změny chemické, ale i fysikální. Vztah mezi změnami chemickými a mezi změnami fysikálními je velmi těsný. Rozkladem jednotlivých komponent mění se celá fysikální struktura buněčných blan. Byly prováděny roentgenoskopické studie různě destruovaného dřeva napadeného celulosovorními

houbami (na př. Schultze, Theden a Vaupel 1938), byl tento rozklad sledován mikroskopicky specifickými barevnými indikátory (Kisser 1949), bylo studováno polarisačním mikroskopem, jak se mění dvojlom buněčných blan (na př. Schultze a Theden 1938) a byly konstatovány značné změny v jejich mikrostruktuře.

Vlastní submikroskopická struktura dá se studovat speciálními zařízeními. Naskýtá se otázka, zda z jednoduchých fysikálních měření bobtnavosti a nasákavosti lze usuzovat na změny, které při rozkladu houbami nastávají ve struktuře blány buněčné.

II. Materiál a methoda.

Zkoušky byly prováděny na hranolcích ze zdravé borové běli (*Pinus silvestris* L.) o rozměrech 1,5×2,5×5,0 cm, jak předpisuje čs. norma. Z celkového počtu 60 hranolků bylo vybráno 24 takových, které měly pokud možno stejnou fysikální stavbu za daného stavu, t. j. při vlhkosti $u = 0$ měly stejnou objemovou váhu, a to $r_o = 0{,}512 \ldots 0{,}523$ (prům. 0,517) g/cm^3. Základní hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 1.

Z těchto hranolků byly 4 ponechány jako kontrolní a zbytek 20 hranolků byl po sterilisaci v proudící páře dán do Kolleho baněk na 14 dnů starou čistou kulturu houby *Coniophora cerebella* (Pers.) Schröt. vždy po dvou do každé baňky. Po jednom až čtyřech měsících byly postupně hranolky z baněk vyjímány, očištěny od houby, která je obrostla, vysušeny při 105° C a zváženy. Hodnoty těchto základních pokusů jsou uvedeny rovněž v tabulce č. 1. Vedle těchto hodnot byly pak sledovány změny objemové, jaké nastávají ve dřevě po působení houbou.

Imbibice (nasákavost) u_{max} a maximální nabobtnání β_o byly studovány v destilované vodě. Houbou napadené i kontrolní hranolky byly po předchozím vysušení při 105° C vždy po dvou dávány do kádinek, převrstveny destilovanou vodou a zatěžkány skleněnými závažími tak, aby zůstaly ponořeny. Poté byly dány do vakuové sušárny, při 20° C evakuováno na 50 mm sloupce rtuti na ½ hodiny a pak podtlak pomalu uvolňován až na tlak normální. To bylo opakováno třikrát po sobě. Po 48 hodinách byly nasáklé hranolky z vody vyňaty, osušeny filtračním papírem, zváženy a změřeny. Tak byla dána záruka, že bylo dosaženo plné imbibice i maximálního nabobtnání.

Imbibice byla stanovena váhově. Objemové změny způsobené nabobtnáním, jakož i všechna měření objemová byly prováděny na Amslerově volumenometru typu VM 9a podle Breuila, a to ve rtuti. Přístroj umožňuje měření s přesností 0,003 cm^3. Vedle těchto fysikálních změn byly sledovány i změny chemické. V hranolcích, u nichž bylo již zjištěno bobtnání i nasákavost, byl stanoven i obsah celulosy a obsah ligninu. Na konci fysikálních měření byl vždy pokusný hranolek vysušen a celý rozdrcen v jemnou moučku. Celulosa stanovena hypochloritovou me-

thodou podle Normana a Jenkinse (1933, viz též Freeman 1946, p. 589—590) a lignin methodou užívanou v U. S. Forest Product Laboratory (viz Phillips 1946, p. 642).

Tak bylo stanoveno, jak se s postupující destrukcí dřeva houbou *Coniophora cerebella* mění:

obsah celulosy,
obsah ligninu,
váha dřeva,
objem dřeva a objemová váha,
nasákavost,
bobtnavost (max. nabobtnání objemově β_v).

III. Výsledky pokusů.

Působením houby *Coniophora cerebella* mění se vlastnosti dřeva podle stupně destrukce. Dřeva ubývá na váze i na objemu. Změny na váze a na objemu nejsou ovšem stejné, obě změny neprobíhají se stupněm destrukce rovnoměrně. Na tabulce č. 1 jsou srovnány základní číselné hodnoty. Úbytek na váze je v celku mnohem větší než úbytek na objemu. Proto také se stupněm destrukce poklesá i objemová váha dřeva.

Celý průběh těchto změn vysvitne nejlépe z grafického vyjádření. Na obr. č. 1 je znázorněna změna objemová a změna na objemové váze dřeva, způsobená postupným rozkladem jeho hmoty houbou. Tyto změny jsou vynášeny proti změnám váhovým, které jsou na ose x v procentech úbytku na váze. Graf V_o na obr. 1 vyjadřuje objemové změny pokusných hranolků po působení houbou, a to po jejich vyjmutí z kultury houby a po jejich vysušení při 105° C, t. j. za stavu vlhkosti $u = 0$. Vyjádření objemových změn je v procentech. Původní objem vyjadřuje 100% a k tomu přičítány nebo odčítány zjištěné změny na objemu, které jsou uvedeny v tabulce č. 1.

Na počátku působení houbou se objem hranolku zvětší a zvětšování objemu je maximální při cca 7% úbytku na váze. Při 13% úbytku na váze je objem napadených hranolků stejný jako na počátku pokusu, t. j. u dřeva neporušeného houbou. Pak s pokračující destrukcí, vyjádřenou úbytkem na váze, postupuje i úbytek na objemu. Úbytek na váze není ovšem shodný s úbytkem na objemu. Tak na př. při 50% úbytku na váze činí úbytek na objemu cca 34%. Poněvadž hmoty ubývá s postupující destrukcí více než objemu, stává se dřevo objemově řidší a zmenšuje se s postupující destrukcí jeho objemová váha. Tato závislost je vyjádřena na obr. 1 grafem r_o.

Dřevo v různém stadiu destrukce neliší se od normálního a zdravého dřeva jen svou objemovou vahou, t. j. rozdílnou změnou na váze a objemu, ale liší se i jinými vlastnostmi. Nápadné změny projevují se i v celkové nasákavosti a bobtnavosti. Veškeré naměřené hodnoty jsou uspořádány

v číselné tabulce č. 2. Závislost mezi celkovým objemem nabobtnalého dřeva a stupněm jeho destrukce je vyjádřena na obr. 1 grafem V_u.

Procentní zvětšení objemu nabobtnáním je vztaženo na původní objem houbou neporušených hranolků, který byl položen roven 100%. Tak tento objem změnil se po působení houbou na hodnoty uvedené v tabulce č. 1 ve sloupci »Změna na objemu v % — po vystavení houbě« (graf V_0 na obr. 1). Po nabobtnání pak tento objem stoupl na hodnoty uvedené v tabulce č. 2 ve sloupci »Změny na objemu v % — objemové změny nabobtnáním«. Po počátečním stoupnutí křivky V_u, které odpovídá zvětšení objemu suchých vzorků s maximem při destrukci vyjádřené 7% úbytku na váze, poklesá objem nabobtnalého dřeva se stoupající destrukcí a v celku souběžně s křivkou V_0 až k hodnotě odpovídající 45% úbytku na váze. Poté křivka prudčeji spadá a přibližuje se stále více křivce V_o, vyjadřující objem hranolků za suchého stavu. Bylo-li tedy objemové zvětšení dřeva nabobtnáním za různého stupně destrukce až do 45% úbytku na váze v celku stejné, pak nad touto hodnotou se nápadně rozchází; bobtnavost dřeva, které ztratilo více než 45% na váze, prudce poklesá.

Nápadněji projeví se tyto rozdíly přímo procentním vyjádřením celkového nabobtnání v závislosti na stupni destrukce dřeva (úbytku na váze), což je znázorněno na obr. 1 grafem β_n. Celkové nabobtnání jeví se v celku jako plynulé, ovšem s tím, že spád křivky v rozmezí destrukce mezi cca 15 až 45% úbytku na váze je různý. Do destrukce vyjádřené cca 25% úbytku na váze je stoupání křivky menší a počínajíc tímto bodem se počíná křivka prudčeji zvedat. V celku však zvětšuje se nabobtnání se stupněm destrukce, což jest z předchozího samozřejmé, neboť zmenšuje-li se destrukcí dřeva jeho objem, pak při zvětšení objemu nabobtnáním o stejný volum obdržíme u menších objemů větší procentní nabobtnání — to jest dřevo více destruované houbou — a u větších volumů, což odpovídá dřevu méně destruovanému, naopak menší procentní nabobtnání. Tento vzrůst bobtnavosti prudce poklesá, dosáhne-li destrukce dřeva vyjádřená úbytkem na váze cca 45%. Počáteční pokles v bobtnavosti s minimem při 7% úbytku na váze odpovídá trvalému zvětšení objemu při stejném stupni destrukce, jak vyjadřuje graf V_0 na obr. 1.

Mění-li se nasákavost a celkový objem dřeva po nabobtnání různým způsobem, předpokládá to i změnu v objemové váze dřeva za stavu úplného nasycení vodou. Tuto závislost vyjadřuje graf r_u na obr. č. 1.

Objemová váha dřeva vodou úplně nasáklého (rr) z počátku prudce stoupá se stoupající destrukcí. Při destrukci, vyjádřené okrouhle 25 až 26% úbytku na váze, objemová váha úplně nasyceného dřeva počíná poklesat a při cca 45% destrukce opět prudce stoupá.

Rozdíly ve fysikálním chování dřeva za různého stupně destrukce jsou velmi nápadné. V celkovém průběhu jednotlivých závislostí jsou určité kritické body, které lze vysvětlit změnami ve struktuře blan

Tabulka č. 1 — Table No 1.

Základní naměřené hodnoty pokusných hranolků z borové běli.
Fundamental values found on pine sapwood blocks used for experiments.

Hranolek č. Block No.	Před vystavením houbě Before the attack of the fungus			Po vystavení houbě After the attack of the fungus				
	váha weight G_0	objem volume V_0	objemová váha specific gravity r_0	váha weight G_0	úbytek na váze loss of weight	objem volume V_0	změna na objemu change of volume	objemová váha specific gravity r_0
36	8,3 g	16,01 cm^3	0,518 g/cm^3	Kontrola beze změny				
115	8,2	15,98	0,514	The check blocks without change				
14 a	8,4	16,09	0,522					
7 a	8,2	15,92	0,515					
101	8,5	16,36	0,519	8,2 g	3 %	16,43 cm^3	+ 0,5 %	0,499 g/cm^3
33	8,4	16,14	0,520	7,8	7	16,71	+ 3,6	0,466
39	8,3	16,06	0,517	7,5	9	16,37	+ 1,9	0,468
102	8,2	15,98	0,514	7,4	10	15,95	— 0,2	0,465
53	8,2	16,02	0,512	7,4	10	16,10	+ 0,5	0,460
114	8,1	15,62	0,518	6,9	15	15,17	— 2,9	0,455
2 a	8,4	16,15	0,520	6,8	19	15,84	— 2,0	0,429
6 a	8,3	16,08	0,516	6,6	20	15,32	— 5,0	0,431
3 a	8,3	16,12	0,515	6,3	24	14,80	— 8,0	0,425
12 a	8,1	15,68	0,516	6,0	26	14,59	— 7,0	0,411
17 a	8,4	16,06	0,523	6,2	26	14,29	—11,0	0,434
19 a	8,5	16,40	0,518	5,9	31	14,27	—13,0	0,413
23 a	8,5	16,35	0,519	5,9	31	14,08	—14,0	0,419
24 a	8,3	16,18	0,513	5,6	32	14,00	—14,0	0,400
31 a	8,5	16,39	0,519	5,3	38	13,21	—20,0	0,401
42 a	8,4	16,14	0,521	4,9	41	12,59	—22,0	0,390
65 a	8,6	16,66	0,516	4,4	49	11,40	—32,0	0,386
21 a	8,3	15,97	0,520	4,1	49	10,37	—35,0	0,395
15 a	8,2	15,94	0,514	4,2	51	10,80	—32,0	0,389
16 a	8,5	16,44	0,517	4,1	52	10,06	—34,0	0,387

Tabulka č. 2 — Table No 2.

Objemové změny a nasákovost borové běli za různého stavu destrukce ve srovnání se změnami v obsahu celulosy a ligninu.
Volume changes and inbibition of pine sapwood at different degrees of destruction as compared with changes of cellulose and lignin contents respectively.

Hranolek č. Block No.	Úbytek na váze po vystavení houbě Loss of weight after the attack of fungus %	Objemové změny nabobtnáním Changes of volume due to swelling: objem volume V_u cm³	změna na objemu change of volume %	nabobtnání swelling β_v %	Váha po nabobtnání Weight after swelling G_u g	Objemová váha po nabobtnání Specific gravity after swelling γ_u g/cm³	Nasákavost Imbibition u_{max} %	Obsah celulosy Cellulose content: váhová % weight percent		objemová % volume percent	Obsah ligninu Lignin content: váhová % weight percent		objemová % volume percent
36	—	18,20	113,6	13,6	15,85	0,871	91	52,3			28,2		
115	—	17,90	111,9	11,9	14,7	0,822	79	52,1			28,1		
14 a	—	18,36	114,1	14,1	15,65	0,853	86	52,0	52,1	33,0	28,1	28,3	20,5
7 a	—	18,14	113,9	13,9	16,35	0,901	99	52,1			28,8		
101	3	18,58	113,7	13,1	17,8	0,958	117	53,5		32,8	28,6		20,1
33	7	18,60	115,8	11,2	18,9	1,016	142	56,7		33,4	31,5		20,9
39	9	18,35	114,2	12,1	19,35	1,053	158	57,1		32,9	30,1		19,9
102	10	18,30	114,4	14,6	17,9	0,979	142	57,9		33,0	32,5		21,1
53	10	18,18	113,6	13,0	18,6	1,025	151	—		—	31,5		20,5
114	15	17,40	111,2	14,6	19,2	1,102	178	52,8		29,8	33,3		20,5
2 a	19	18,06	111,9	14,1	20,3	1,124	198	47,1		26,2	34,0		19,9
6 a	20	17,60	109,3	15,0	19,5	1,108	195	47,0		26,1	35,5		20,6
3 a	24	17,20	107,1	16,3	19,7	1,146	212	41,2		22,4	38,5		21,2
12 a	26	16,92	108,0	16,1	19,1	1,131	218	37,4		20,0	38,2		20,5
17 a	26	16,68	104,1	16,8	18,5	1,111	198	—		—	—		—
19 a	31	16,74	102,1	17,4	18,5	1,105	213	34,5		18,8	—		—
23 a	31	16,42	100,3	16,6	18,9	1,152	220	—		—	40,2		20,1
24 a	32	16,30	100,2	16,4	17,8	1,096	218	31,4		16,2	—		—
31 a	38	15,78	95,5	19,4	16,9	1,071	218	—		—	45,1		20,3
42 a	41	14,91	92,6	18,6	16,1	1,081	229	25,6		12,6	—		—
65 a	49	13,66	81,5	19,8	14,7	1,076	234	23,1		11,0	—		—
21 a	49	12,58	78,9	21,4	13,35	1,062	225	—		—	56,3		20,8
15 a	51	12,76	80,4	18,1	13,95	1,093	232	—		—	56,8		20,1
16 a	52	11,92	75,9	18,5	13,75	1,154	235	21,5		10,0	—		—

buněčných po předchozí chemické změně, která byla způsobena houbou. Změny v obsahu celulosy a ligninu vyvolané houbou byly analyticky zjištěny a jsou uvedeny v číselné tabulce č. 2. Tyto vztahy budou prodiskutovány v následující kapitole.

IV. Diskuse.

V této práci zjištěné změny bobtnavosti a nasákavosti dřeva za různého stupně destrukce musí být podmíněny změnami ve fysikální stavbě buněčných blan a lze je zajisté uvésti v souhlas s chemickými a optickými analysami, které byly i jinde prováděny.

V průběhu objemových změn se ukázalo, že především dva stupně destrukce jsou zvláštním způsobem charakteristické a mění se v nich fysikální chování dřeva. Jsou vyjádřeny 25 a 45% úbytku na váze. Velmi mnoho autorů pojednává o změnách ve vlastnostech dřeva za různého stupně destrukce, ale pro srovnání s údaji této práce lze užít jen těch, které se obírají dřevem stejných fysikálních vlastností a v nichž uvedená měření se dají bezpečně převésti na stupeň destrukce, který lze charakterisovat prostým úbytkem na váze. Tak byly použity 3 základní práce, které s různých hledisek sledují postup destrukce dřeva a jichž výsledky jsou nyní krátce uvedeny. Schultze, Theden, Vaupel (1938) ve svých roentgenometrických studiích zjišťují, že změny celulosového diagramu nastávají při působení houbou *Coniophora cerebella* na smrkovém a borovém dřevu za 3 měsíce velmi málo (»poněkud zeslaben«) a za 6 měsíců jsou již velmi nápadné (»nápadně zeslaben«). U houby Poria Vaillantii a Me-

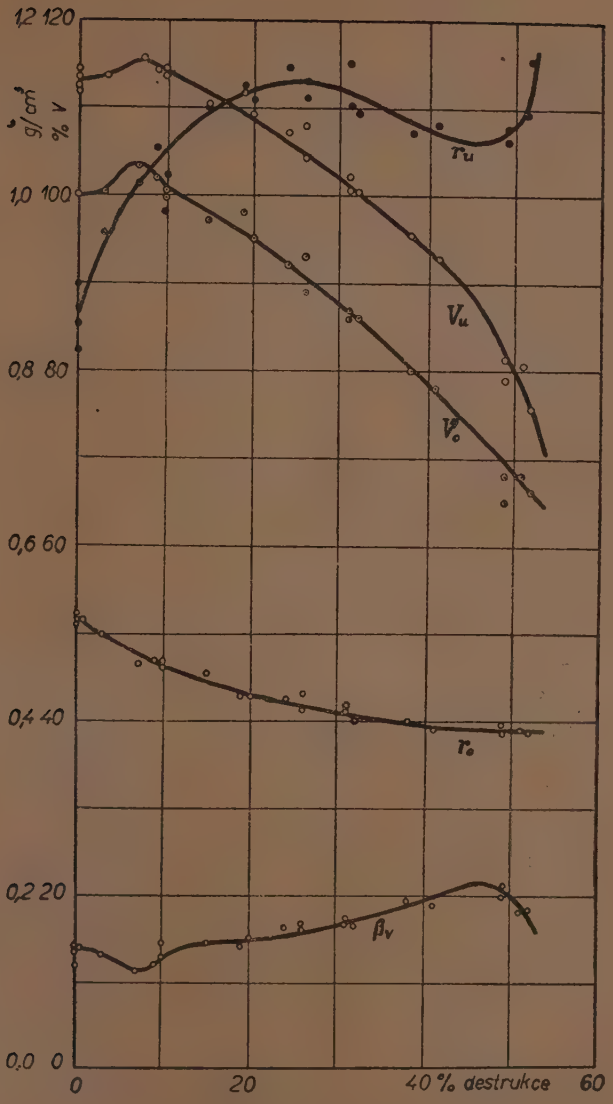
---

Obr. 1. Změny v botnavosti a objemové váze borové běli, destruované houbou *Coniophora cerebella.*

Abscissa: stupeň destrukce v % váh. úbytku sušiny dřeva. — Ordinata: změna objemu v % (pro V_o a V_u) nebo nabotnání (β_D) v %, ve stupnici 0—1,2 pak objemová váha v g/cm^3. — Křivka r_o značí průběh objemové váhy dřeva suchého, r_u pak průběh objemové váhy dřeva vodou úplně nasyceného, V_o objem dřeva suchého, V_u objem dřeva vodou nasyceného, β_D pak objemové nabotnání, vše v závislosti na stupni destrukce.

Fig No 1. Changes of the swelling capacity and specific gravity of pine sapwood destructed by the fungus *Coniophora cerebella.*

Volume changes in per cent (for V_o and V_u) or that of swelling (β_D) in per cent, for the scale 0—1,2 specific gravity in g/cm^3 are plotted against the degree of destruction in per cent decrease of dry weight of wood. The curve r_o denotes the changes of specific gravity of dry wood, r_u that of entirely water saturated one, V_o the volume of dry wood, V_u that of water saturated one, β_D volume swelling all as depending upon the degree of wood destruction.

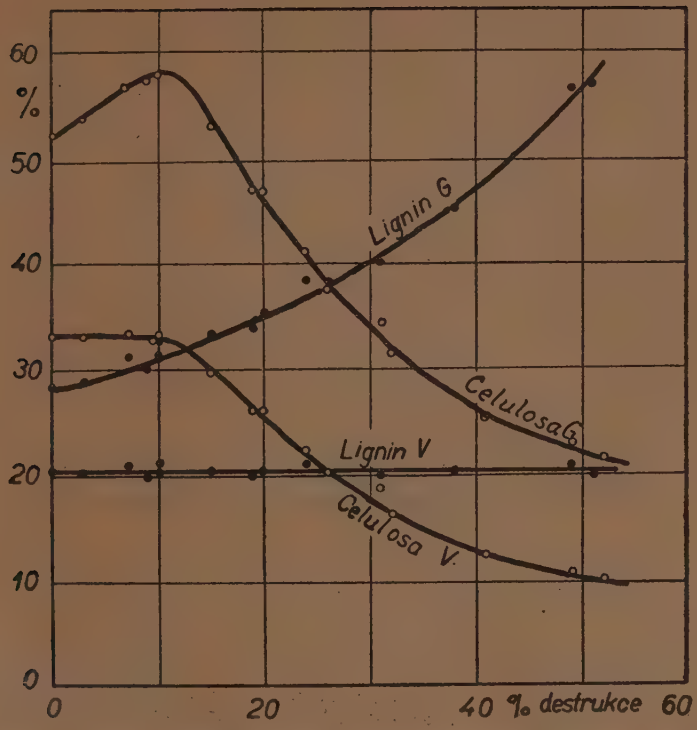


Obr. č. 1 — Fig. No 1

rulius lacrymans dokonce »zcela zmizel«. Za 1 měsíc působení houbou nebylo však pozorovat na celulosovém diagramu ještě žádné změny. Destrukce touto houbou na borové běli odpovídá za 1 měsíc maximálně 10% úbytku na váze, za 3 měsíce prům. 25—30% (podle Lieseho, 1938, až 33%) a za 6 měsíců 50 i více %. Počátek rozkladu celulosy lze tedy roentgenometricky stanovit při 25—30% úbytku na váze, zatím co při cca 50% úbytku na váze celulosa ze dřeva téměř mizí nebo její obsah poklesá na malé množství.

Schultze a Theden (1938) nezjistili na borové běli, která po tříměsíčním působením houbou *Coniophora cerebella* ztratila na váze 27%, ještě žádné tracheidy se zrušeným dvojlomem a při 31% úbytku na váze jen 12% tracheid se zrušeným dvojlomem. Smrkové dřevo při úbytku na váze 19% nemělo konstatovatelné žádné buňky se zrušeným dvojlomem, při úbytku na váze 31% bylo konstatováno 23% tracheid se zrušeným dvojlomem, byla-li destrukce způsobena stejnou houbou. Při úbytku na váze 46 (60 a 62) % způsobeném houbou *Coniophora cerebella* bylo v borové běli konstatováno polarisačním mikroskopem 70 (83 a 75) % tracheid se zrušeným dvojlomem. Ve smrkovém dřevě při 59% úbytku na váze dokonce 94% tracheid se zrušeným dvojlomem. Pro houby *Poria Vaillantii* a *Merulius lacrymans* byly stanoveny přibližně stejné poměry.

Falck (1926) si všímá chemických změn při destrukci smrkového dřeva houbou *Merulius lacrymans,* které pak rozvádí dále (Falck 1927) a sleduje zčásti i fysikální změny ve dřevě. Z jeho údajů dá se velmi mnoho vytěžit pro srovnání s výsledky této práce, i když druh dřeva i druh houby byly v obojím případě různé. Tak *Merulius* rozkládá stejným způsobem dřevo jako *Coniophora,* rozklad probíhá přibližně stejně v obou případech, neboť obě houby způsobují destrukci dřeva a obě jsou houby celulosovorní. A chemické analysy dřeva smrkového i dřeva borové běli jsou téměř zcela shodné (viz na př. Hägglund 1939). Rovněž objemové váhy dřeva v obou pracech jsou přibližně stejné, a to 0,52 g/cm^3 pro smrkové dřevo u Falcka (1926) a 0,517 g/cm^3 pro dřevo z běli borovice, použité v této práci. I když Falck používá dřevo o vlhkosti nejvýše 13,6%, může jeho objemová váha při vlhkosti $u = 0$ poklesnout nejníže k hodnotě 0,49 g/cm^3, což jest hodnota dobře použitelná ke srovnání. Při destrukci dřeva, způsobené houbou *Merulius lacrymans,* mění se postupně chemické složení napadeného dřeva. Falck (1926) vyjadřuje změny v obsahu celulosy a ligninu, jak probíhají za různých stavů destrukce, a to jak ve váhových, tak i v objemových procentech. Tak objem ligninu zůstává za postupující destrukce nezměněn a pohybuje se kolem 11 vol. %; váhový podíl ligninu se stupněm destrukce ovšem prudce stoupá. Objem celulosy byl za zdravého stavu ve dřevě 28 vol. % a po počátečním mírném spádu prudce poklesá. Tehdy,



Obr. č. 2. Změny v obsahu celulosy a ligninu při postupné destrukci borové běli houbou *Coniophora cerebella.*

Abscissa: stupeň destrukce v % úbytku na váze sušiny dřeva. — Ordinata: %. Změny obsahu ligninu a celulosy vyjádřeny jak ve váhových procentech (křivka *G*), tak i v objemových (křivka *V*).

Fig. No 2. Changes in the cellulose and lignin contents at a gradual destruction of pine sapwood by the fungus *Coniophora cerebella.*

Per cent of cellulose or lignin respectively are plotted against the degree of destruction given as per cent decrease of dry weight of wood. Changes of lignin and cellulose contents are given in weight percentages (the curves *G*) as well as in volume ones (the curves *V*).

kdy objemová váha napadeného dřeva poklesne k hodnotě 0,42 g/cm^3, je množství celulosy a ligninu ve dřevě stejné. Při této hodnotě objemové váhy je tedy ve dřevě stejně mnoho celulosy i ligninu

(11 vol. % nebo 35 váh. %) a tato objemová váha odpovídá 25% úbytku na váze.

Jak bylo již jednou uvedeno, druhý kritický bod, v němž se mění fysikální povaha dřeva, leží podle údajů v této práci uvedených při destrukci, vyjádřené 45% úbytku na váze. Destrukcí takto rozložené dřevo má objemovou váhu (r_o) rovnou 0,39 g/cm^3. Podle Falcka poklesne v takovémto dřevu objem celulosy na 8 vol. % nebo na 26% vah. Byl-li původní objem celulosy ve zdravém dřevu 28 vol. %, je to 71,5 % ztráty na jejím objemu. Tyto údaje lze vesměs uvésti v souhlas s výsledky této práce. Podle analys, uvedených v tabulce č. 2 a graficky vyjádřených na obr. č. 2 vyplývá, že při 26% úbytku na váze dřeva, způsobeném houbovou destrukcí buněčných blan, dochází k vyrovnání mezi objemem ligninu a celulosy. Za toho stavu je jí stráveno tolik, že její objem rovná se objemu ligninu. Při 45% úbytku na váze jest objem celulosy přibližně poloviční než objem ligninu. Množství celulosy pokleslo cca na $^1/_3$ původního objemu; znamená to ztrátu na objemu celulosy okrouhle 66%.

Změny v botnavosti, vyvolané destrukční činností houby, mohou být rovněž indikátorem změn ve fysikální i chemické povaze buněčných blan. Destrukcí mění se objemová váha dřeva. Kdyby se neměnila vlastní podstata buněčných blan, pak by každé objemové váze odpovídalo příslušné objemové nabotnání (β_v) vyjádřené buď vztahem dle Kollmanna (1936, p. 77) $\beta_v = 28 . r_o$, nebo dle Trendelenburga (1939, p. 205) z analogie velikosti seschnutí borové běli $\beta_v = 30 . r_o$. Pokusně byly však zjištěny rozdílné hodnoty nabotnání (β_v), než jak vyplývá pro dřevo neporušené.

V tabulce č. 3 jsou uspořádány jak vypočtené, tak zjištěné hodnoty β_v. Na obr. č. 3 je pak graficky vyjádřen vztah mezi nabotnáním a objemovou vahou dřeva za různého stavu destrukce.

Již ze sledu hodnot v tabulce č. 3 je vidět, že některé nejsou v plynulém uspořádání. Tak především vzorky 17a, 31a a 21a jsou více rozloženy houbou, mají vyšší stupeň destrukce, než by jim podle sledu objemových vah odpovídalo. Srovnáním s hodnotami objemových vah za neporušeného stavu před vystavením účinků houby (v tabulce č. 1) je patrno, že měly poměrně vyšší objemovou váhu, než nejbližší vzorky sousední. Proto při větším percentuálním úbytku na váze dostávají se mezi vzorky méně destruované. Také jejich celkové naměřené botnání je vyšší. V grafu na obr. č. 3 jsou pak hodnoty těchto vzorků označeny ×.

Nabotnání zdravého a houbami dosud nenapadeného dřeva bylo stanoveno o něco nižší než by odpovídalo theoretickým předpokladům a nemění se po určitou dobu, i když byla po vystavení houbě konstatována ztráta na váze a zmenšení objemové váhy dřeva. Poklesne-li však objemová váha na 0,46, resp. 0,45 g/cm^3, což odpovídá

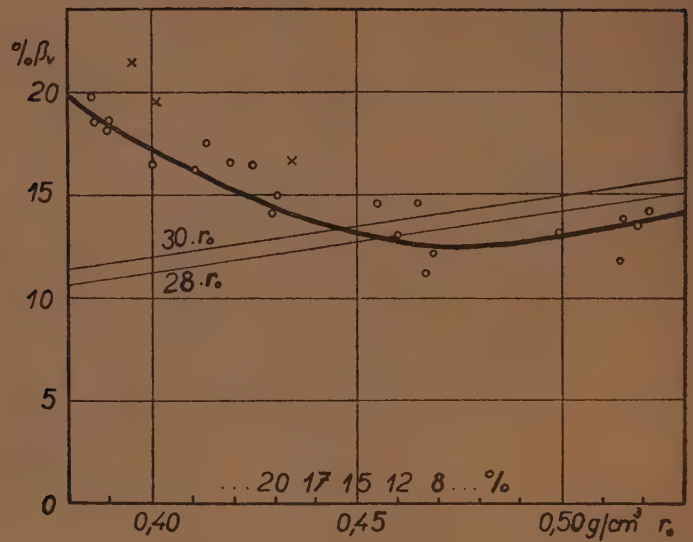
Tabulka č. 3 — Table No 3.

Srovnání objemového nabobtnání dřeva, vypočteného ze vztahů $\beta_D = 28 \cdot r_0$ a $\beta_D = 30 \cdot r_0$ se skutečně naměřenými hodnotami. Použito dřeva za různého stavu destrukce.

Comparison of wood swelling calculated by using the formulae $\beta_D = 28 \cdot r_0$ and $\beta_D = 30 \cdot r_0$ with actualy found values. Wood blocks at different stages of destruction were used.

Objemová váha napadeného dřeva Specific gravity of attacked wood r_0 g/cm³	Hranolek č. Block No	Stupeň destrukce vyjádřený ztrátou na váze Degree of destruction expressed as lpss of weight %	Předpokládané nabobtnání Swelling calculated β_D %		Naměřené nabobtnání Swelling observed β_D %
			$28 \cdot r_0$	$30 \cdot r_0$	
0,522	14 a	0	14,6	15,6	14,1
0,518	36	0	14,5	15,5	13,6
0,515	7 a	0	14,4	15,4	13,9
0,514	115	0	14,4	15,4	11,9
0,499	101	3	14,0	14,9	13,1
0,468	39	9	13,1	14,0	12,1
0,466	33	7	13,0	13,9	11,2
0,465	102	10	13,0	13,9	14,6
0,460	53	10	12,9	13,8	13,0
0,455	114	15	12,7	13,6	14,6
0,434×	17 a	26	12,2	13,0	16,8
0,431	6 a	20	12,0	12,9	15,0
0,429	2 a	19	12,0	12,9	14,1
0,425	3 a	24	11,9	12,7	16,3
0,419	23 a	31	11,7	12,5	16,6
0,413	19 a	31	11,6	12,4	17,4
0,411	12 a	26	11,5	12,3	16,1
0,401×	31 a	38	11,2	12,0	19,4
0,400	24 a	32	11,2	12,0	16,4
0,395×	21 a	49	11,0	11,8	21,4
0,390	42 a	41	10,9	11,7	18,6
0,389	15 a	51	10,9	11,7	18,1
0,387	16 a	52	10,8	11,6	18,5
0,386	65 a	49	10,8	11,6	19,8

ztrátě na váze 12, resp. 15%, počne se nabotnání zvětšovat a se stoupající destrukcí a klesající objemovou vahou roste. Průběh nabotnání objemového dřeva přechází pak nad hodnoty, které byly vypočteny pro příslušné objemové váhy. Dřevo borové běli, napadené dřevokaznými houbami, bobtná tedy jako neporušené a zdravé dřevo tak dlouho, dokud stupeň destrukce nedosáhne 12 až 15% úbytku na váze sušiny.



Obr. č. 3. Botnavost borové běli destruované houbou *Coniophora cerebella*, srovnána s botnavostí dřeva neporušeného.
Abscissa: objemová váha suchého dřeva v různých stadiích destrukce (r_0) v g/cm^3. Ordinata: objemové nabotnání (β_v) v %. — Přímky r_0 . 30 a r_0 . 28 vyjadřují nabotnání dřeva zdravého příslušné objemové váhy, silná křivka pak nabotnání destruovaného dřeva o stejných obj. vahách. Stupeň destrukce, odpovídající příslušné obj. váze, jest na abscise vyznačen v % úbytku na váze sušiny dřeva.

Fig. No 3. Swelling capacity of pine sapwood destructed by the fungus *Coniophora cerebella* as compared that of sound wood.
Volume swelling (β_v) in per cent is plotted against specific gravity r_0 (g/cm^3) at different degrees of destruction (per cent loss of weight). The lines r_0 . 28 and r_0 . 30 correspond to the swelling of sound wood, the thick line to that of destructed wood.

Toto zjištění souhlasí s analysami, které udávají, že teprve při 12% úbytku na váze sušiny počíná ubývat celulosy a ona začíná být narušována. To se samozřejmě projevuje změnou ve fysikálním chování borové běli. Odpovídá to i dřívějším pracím o postupném rozkladu buněčných blan dřeva. Tak Boswell (1938) konstatuje, že nejsnadněji houbou jsou napadány pentosany, Waksman, Carey a Allen (1934, citováno podle Waksmana 1946; tam také bližší údaje) zjišťují, že hemicelulosy jsou většinou snadněji houbami a

jinými mikroorganismy napadány než sama celulosa. Lze tedy i touto methodou prokázati, že dřevokazné houby stráví nejdříve pro ně snadno rozložitelné hemicelulosy a teprve po úplném jich strávení počnou rozkládat celulosu. Analysy, které jsou dostupné v literatuře, souhlasí vcelku s 12 až 15% celkového obsahu houbě dostupných hemicelulos. Samotný obsah pentosanů dle Schwalbeho a Beckera (1919) je v borovém dřevu 11,02%. Bližší analysy viz Kurta Ritter (1934).

Průměr objemových změn dřeva v závislosti na stupni destrukce houbou, jak je vyjádřen na obr. 1 grafem V_o, t. j. za stavu úplně suchého ($u = 0$), je zajímavý ve svém počátku. Objem napadeného dřeva na počátku působení houbou se zvětšuje a dosahuje maxima při 7% úbytku na váze, kdy se objem zvětší o 3,6%, t. j. z původních 100% na 103,6% (viz i číselná tabulka č. 1). Toto zvětšení objemu je trvalé, neboť bylo naměřeno po úplném vysušení hranolků při 105° C. Vysvětlení tohoto zjevu tkvělo by snad v tomto pochopení: houbové hyfy z počátku nerozkládají celulosu, ale stravují toliko hemicelulosy blan buněčných. Skutečný pokles v objemu proti původnímu nastává až při ztrátě na váze cca 12%, což souhlasí vcelku s průběhem objemových změn, jak bylo znázorněno na obr. č. 3. Z počátku houbové hyfy toliko vnikají do hmoty dřeva a mohutně jí prorůstají. To je pravděpodobně příčina zvětšení objemu dřeva na počátku destrukce.

Vcelku lze shrnouti výsledky této práce asi takto: Z jednoduchých fysikálních měření lze usuzovat na změny ve struktuře blány buněčné, která jest postupně rozkládána dřevokaznou houbou. Toto konstatování dá se podložit jak paralelně prováděnými analysami chemickými, tak údaji z citované literatury, kde autoři užili stejného druhu dřeva i téže houby. Rozklad buněčných blan borové běli (o prům. objemové váze $r_o = 0{,}517\ g/cm^3$) houbou *Coniophora cerebella* probíhá takto:

1. Do 12% úbytku na váze celulosa není rozkládána. Její objem zůstává stejný.

Doklady z literatury: Boswell (1938), Waksman, Carey a Allen (1934) uvádějí, že nejdříve a nejsnáze jsou rozkládány hemicelulosy. Tento úbytek na váze odpovídá obvykle uváděným analytickým údajům o obsahu hemicelulos.

Nad 12% úbytku na váze probíhá již rozklad na úkor celulosy. Botnavost se počíná rovnoměrně zvětšovat.

2. Při 25% úbytku na váze dochází ke změně v průběhu botnavosti. Objemová váha za plné nasákavosti (r_u) od tohoto bodu nápadně poklesá. Objem celolusy rovná se objemu ligninu.

Doklady z literatury: Objem celulosy a ligninu je stejný (Falck, 1926). První znaky rozkladu celulosy, stanovitelné roentgenometricky (Schultze, Theden a Vaupel, 1938). Polarisačním mikroskopem konstatovány první buňky se zrušeným dvojlomem (Schultze a Theden, 1938).

3. Při 45% úbytku na váze počíná prudký pokles v botnavosti (β_o) a náhlé zvětšování objemové váhy za plné nasákavosti (r_u). Objem celulosy jest poloviční než objem ligninu. Celulosa ztratila na objemu téměř 70%.

Doklady z literatury: Roentgenometricky konstatováno nápadné zeslabení celulosového diagramu (Schultze, Theden a Vaupel, 1938). Polarisačním mikroskopem konstatováno 70% buněk se zrušeným dvojlomem (Schultze a Theden, 1938). Objem celulosy klesá o cca 70% z původního objemu (Falck, 1926).

Z uvedených změn ve fysikálním chování blan buněčných, destruovaných celulosovorní houbou, vyplývá, že dochází k postupnému uvolňování vnitřní celulosní struktury a tím k postupnému zvětšování botnavosti, a to tak dlouho, dokud objem celulosy nepoklesne na polovinu objemu ligninu.

Objemové změny zdají se býti dobrým indikátorem změn ve vnitřní struktuře celulosní části blány buněčné. Objem hmoty blan buněčných ve dřevu (M_o) jest vyjádřen vztahem (Rypáček, 1948):

$$M_o = \frac{r_o}{s},$$

kde r_o je objemová váha za vlhkosti $u = 0$, a s je jejich hustota (1,56). Při dosazení pro dřevo v této práci užitečné za $r_o = 0{,}517\ g/cm^3$ vyplývá, že:

$$M_o = 33{,}1\%,$$

což vskutku odpovídá objemu celulosy (viz číselná tabulka č. 2). Lignin a ostatní části tvoří toliko výplň v celulosové mikrostruktuře. To odpovídá dnešním názorům na stavbu blány buněčné.

V. Závěr.

Bylo studováno, jak se mění botnavost a fysikální stav buněčných blan dřeva borové běli s postupující destrukcí houbou *Coniophora cerebella* (Pers.) Schröt. Sterilní hranolky o rozměrech 1,5 × × 2,5 × 5,0 cm a o průměrné objemové váze $r_o = 0{,}517\ g/cm^3$ (0,512 až 0,523), nařezané z jediné zdravé desky, byly vkládány na 14 dnů staré kultury houby *Coniophora cerebella* pěstované na agar-sladové půdě. Po jednom až čtyřech měsících byly hranolky postupně s houby snímány, očištěny a byla stanovena: váha (G_o), objem (V_o), objemová váha (r_o), nasákavost (u_{max}), objemové nabotnání (β_o) a objemová váha za úplné nasákavosti (r_u). Po skončení fysikálních měření provedeny analysy a zjišťován obsah celulosy podle Normana a Fenkinse a obsah ligninu dle methody U. S. Forest Product Laboratory. Základní naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 1, bobtnavost a nasákavost spolu s chemickými analysami pak v tabulce č. 2. Graficky jsou změny ve fysikálním stavu dřeva znázorněny na obr. č. 1, změny chemické na obr. č. 2.

Dosažené výsledky lze shrnouti takto:

1. Při destrukci ztrácí dřevo více na váze než na objemu. Zvětšení objemu na počátku jest způsobováno pravděpodobně houbovými vlákny.

2. Do 12% úbytku na váze není celulosa rozkládána. Tento úbytek na váze odpovídá obsahu hemicelulos.

3. V průběhu postupující destrukce dřeva dochází ke dvěma nápadným změnám v jeho fysikálním chování. Při 25% úbytku na váze počíná se botnavost nápadněji zvětšovat a objemová váha (r_u) počíná poklesat. V tomto stupni destrukce objemu celulosy klesne na obsah ligninu. Při 45% úbytku na váze počíná pak prudký pokles na botnavosti, zatím co objemová váha r_u od tohoto bodu náhle stoupá. Objem celulosy klesne na polovinu objemu ligninu. Tato zjištění lze uvésti v soulad s údaji v literatuře.

4. Objemové změny a změny ve fysikálním chování dřeva jsou tedy dobrými indikátory změn ve vnitřní struktuře blány buněčné.

Literatura.

BARDINSKAJA M. S.: K voprosu obrazovanija lignina v rastěnijach. Doklady Akademii nauk SSSR, 73: 133—136, 1950.

BĚLOZERSKIJ A. N. a N. T. PROSKURJAKOV: Praktičeskoje rukovodstvo po biochimii rastěnij. Moskva 1951.

BOSWELL J. G.: The biochemistry of dry — rot in wood. Biochem. Journal, 32: 218—229, 1938.

CROSS C. F. a BEVAN E. J.: Cellulose. II. ed., London 1911.

FALCK R.: Über Korrosive und Destructive Holzzersetzung und ihre Biologische Bedeutung. Berichte der Deutsch. Bot. Ges. 1944: 652—664, 1926.

FALCK R. a W. HAAG: Der Lignin- und Cellulose-Abbau des Holzes, zwei verschiedene Zersetzungsprozesse durch holzbewohnende Fadenpilze. Ber. d. Deutsch. Chem. Ges., 50: 225—232, 1927.

FORSAITH C. C.: The physical properties of wood. Wise, Wood chemistry, New York, 1946, pp. 54—81.

FREEMAN R.: Determination of Cellulose. Wise, Wood chemistry, New York, 1946, pp. 582—605.

FREUDENBERG K.: Lignin. Fortschritte d. Chemie organischer Naturstoffe, 2: 1—26, 1939.

FREUDENBERG K., JANSON A., KNOPF E. a HAAG A.: Zur Kenntnis des Lignins. Ber. d. Deutsch. bot. Gesellsch. 69: 1415—1425, 1936.

FREY-WISSLING A.: Feinbau der Zellwände. Die Naturwissenchaften, 28: 385—394, 1940.

FUCHS W.: Die Chemie des Lignins. Berlin 1926.

GELLERMAN M.: Vlijanije produktov rozloženija organičeskich věščestv na korněvoje pitanije rastěnij. Doklady Akademii nauk SSSR, 73: 593—596, 1950.

HÄGGLUND E.: Holzchemie. Leipzig 1939.

HAWLEY L. F. a NORMAN A. G.: The differentiation of hemiceluloses. Ind. and Engng. Chemistry, 24: 1190—1197, 1932.

HEJTMÁNEK M.: Vliv biologických faktorů na rozklad dřeva dřevokaznými houbami. Disertace, 1951.

HERMANS P. H.: Contribution to the Physics of cellulose fibres. Monographs on the Progress of Research in Holland, 1946.
JAHN C. E.: The chemical behavior of wood. Wise, Wood chemistry, New York, 1946, pp. 762—827.
JANKE A.: Der Abbau der Zellulose durch Mikroorganismen. Österr. Botan. Zeitschrift, 96: 399—443, 1949.
KERR T. a J. W. BAILEY: Structure, optical properties and chemical composition of the so-called middle lamella. Journal of Arnold Arboretum, 15: 327—349, 1934.
KISSER F.: Mikroskopische Untersuchungen über den Verholzungsgrad und die Membrandichte der Holzelemente. Internat. Holzmarkt, Wien, Nr. 15, p. 10—16, 1949.
KOLLMANN F.: Technologie des Holzes. Berlin 1936.
KONONOVA M. M. a PANKOVA N. A.: Vozdějstvije gumusovych věščestv na rost i razvitije rastěnij. Doklady Akad. nauk SSSR, 73: 1069—1071, 1950.
KURTH E. F. a RICHTER G. F.: Spruce holocelulose and the composition of its easily hydrolyzable fraction. Journ. of Amer. Chem. Soc., 56: 2723—2723, 1934.
LIESE J.: Zur Beurteilung der Dauerhaftigkeit überseeischer Holzer. Holz als Roh- und Werkstoff, 1: 81—83, 1938.
PHILLIPS M.: The chemistry of Lignin. Wise, Wood chemistry, 1946, pp. 271—368.
PHILLIPS M.: Determination of Lignin. Wise, Wood chemistry, New York 1946, pp. 634—650.
PRINGSHEIM H.: Die Polysaccharide. III. Aufl., Berlin 1931.
NĚMEC A.: Studie o humifikaci lesních půd. Sborník výzk. ústavů zem., sv. 38, 1928.
RICHTER G. J.: Distribution of Lignin in Wood. Journal of Ind. and Engng. Chemistry, 17: 1194—1197, 1925.
RYPÁČEK V.: Studie o vlivu fysikálního stavu dřeva na růst dřevokazných hub. I. Růst houby *Ceratostomella pilifera* Fries v běli borovice *(Pinus silvestris)*. Spisy přírodověd. fak. Masaryk. univ., č. 294, 1948.
SCHMITZ F.: Enzyme action in *Echinodontium tinctorium* Elias and Everhardt. Journal of General Physiol., 2: 613—616, 1920.
SCHMITZ F.: Studies in wood decay. II. Tamtéž, 3: 795—800, 1921.
SCHULTZE B. a G. THEDEN: Polarisationsmikroskopische Untersuchungen über den Abbau des Werkstoffes Holz durch holzzerstörende Pilze. Holz als Roh- und Werkstoff, 1: 548—554, 1938.
SCHULTZE B., G. THEDEN a O. VAUPEL: Roentgen-Interferenzuntersuchungen einheimischer Holzarten im gesunden Zustand und nach Pilzangriff. Holz als Roh- u. Werkstoff, 1: 75—80, 1938.
SCHULZE E.: Zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung der pflanzlichen Zellmembranen. Ber. d. Deutsch. Chem. Ges., 24: 2277—2287, 1891.
SCHWALBE C. G. a E. BECKER: Die chemische Zusammensetzung einiger deutscher Holzarten. Zeitschr. f. angewandte Chemie, 32: 229—231, 1919.
SIDĚRI D. T.: K biologii razloženija organičeskovo věščestva v počvě. Agrobiologia 1950, 78—88.
STAMM A. J.: Surface properties of cellulosic materials. Wise, Wood chemistry, New York, 1946, pp. 449—550.
TRENDELENBURG R.: Das Holz als Rohstoff. München—Berlin 1939.
WAKSMAN S. A.: Decomposition of cellulose and hemicelluloses by microorganism. Wise, Wood chemistry, New York 1946, pp. 828—852.
WAKSMAN S. A.: Decomposition of Lignin. Wise, Wood chemistry, New York 1946, pp. 853—860.

ДЕСТРУКЦИОННОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ КЛЕТОЧНЫХ ОБОЛОЧЕК СОСНОВОГО СПЛИНТА ГРИБОМ *CONIOPHORA CEREBELLA (PERS.) SCHRÖT.*

Перемены в разбухании и физикальном состоянии дерева как индикатор структуральных перемен клеточной оболочки.

Институт для физиологии растений университета им. Масарика в Брно (ЧСР).

Заключение.

Было исследовано как переменяется разбухание и физикальное состояние дерева соснового сплинта с поступающей деструкцией грибом *Coniophora cerebella* (Pers.) Schröt. Стерильны призмы в размерах 1,5×2,5×5,0 cm и в диаметральном весе объема $r_o = 0{,}517$ g/cm³ (0,512 — 0,523), нарезанные из одной и тойже здоровой доски, были вставлены на культуры гриба *Coniphora cerebella,* которые были 14 дней культивированы на агар-солодовой почве. После 1—4 месяцев были призмы постепенно сняты с культур гриба, очищены и установлен вес (G_o), объем (V_o), объемный вес (r_o), далее имбибиция (u_{max}), разбухание объема (β_o) и объемый вес при полной имбибиции (r_u). После окончания физикальных измерений сделаны анализы и удостоверено содержание целюлозы по Норману и Йенкинсу и содержание лигнина по методу U. S. Forest Product Laboratory. Основные измеренные числовые значения обозначены в таблице No. 1, разбухание и имбибиция вместе с химическими анализами в таблице No. 2. Графически перещены в физикальном состоянии дерева сделаны наглядными на снимке No. 1, перемены химические на снимке No. 2.

Приобретенные результаты можно совокупить следующим образом:

1. При деструкции потеряет дерево больше веса чем объема. Увеличение объема в начале деструкции вероятно происходит только от насквозь растущих грибных волокон.

2. До 12% уменьшения веса целюлоза не разлагается. Ее объем остается этим самым.

Поясняющие примеры из литературы: Boswell (1938), Waksman, Carey и Allen (1934) наводят, что раньше и легче всего разлагаются гемицелюлозы. Это уменьшение веса соответствует обыкновенно цитированным аналитическим показаниям о содержании гемицелюлоз. Разложение в ущерб целюлозы наступает когда уменьшение веса более 12%. Разбухание начинает равномерно увеличиваться.

3. При 25% умеиьшении веса наступает перемена в течении разбухания. Разбухание увеличивается с поступающей деструкцией сильнее чем до сих пор. Объемный вес при полной имбибиции r_u от етого пункта странно понижается. Объем целюлозы равняется объему лигнина.

Поясняющие примеры из литературы: объем целюлозы и лигнина тот-же (Falck, 19 6). Первые признаки разложения целюлозы, которые можно определить рентгенометрически (Schultze, Theden и Vaupel 1938). Поляризационным микроскопом удостоверенны первые клетки с анулированным преломлением (Schultze и Theden 1938).

4. При 45% уменьшении веса начинается быстрое снижение разбухания и быстрое увеличение объемного веса при полной имбибиции (r_u). Объем целюлозы равняется половинному объему лигнина. Целюлоза потеряла в объеме почти 70%.

Поясняющие примеры из литературы: Рентгенометрически удостоверено странное ослабление целюлозной диаграммы (Schultze, Theden и Vaupel, 1938). Поляризационным микроскопом удостоверено приблизительно 70% клеток с анулированным преломлением (Schultze и Theden, 1938). Объем целюлозы понижается на приблизительно 70% первоначального объема (Falck, 1926).

Указанные перемены физикального поведения клеточных оболочек деструированных целюлозоворным грубом объясняют, что наступает постепенное освобождение внутренней структуры целюлозы и одновременно постепенное увеличивание разбухания до тех пор, пока объем целюлозы не понизится на половину объема лигнина.

Перемены в объеме, кажется, являются хорошим индикатором перемен во внутренней структуре целюлозной части клеточной оболочки. Объем вещества клегочных оболочек высказан прямо объемом целюлозы. Объем материи клеточных оболочек дан отношением (Rypáček, 1948):

$$M_o = \frac{r_o}{s}$$

где r_o — объемный вес при влаге $u = 0$, и s — их плотность (1,56). Если мы подставим для дерева употребленного в этой работе $r_o = 0{,}517$ g/cm^3 то следует, что:

$$M_o = 33{,}1\%$$

что действительно соответствует объему целюлозы (посм. таблицу No 2). Лигнин и остальные части создают только заполнение в целюлозной микроструктуре, что впрочем соответствует сегодняшним взглядам на структуру клеточной оболочки.

DESTRUCTION OF CELL WALLS OF PINE SAPWOOD (PINUS SILVESTRIS L.) BY THE FUNGUS *CONIOPHORA CEREBELLA* (PERS.) SCHRÖT.

Changes in swelling capacity and physical state of woods as an indicator of structural changes of cell wall.
Institute for Plant Physiology, Masaryk university, Brno, ČSR.

Summary.

The changes of swelling capacity and physical state of pine sapwood due to an increasing destruction by the fungus *Coniophora cerebella*, are studied in the present paper. Sterile blocks 1,5 × 2,5 × 5,0 cm in size mean specific gravity $r_o = 0{,}517\ g/cm^3$ (0,512 to 0,523), cut from one sound plank were put on 14 days old cultures of the fungus *Coniophora cerebella* produced on malt extract-agar medium. After one to four months the blocks were taken off successively, and the following values were determined: weight G_o, volume V_o, specific gravity r_o, imbibition u_{max} volume swelling β_v, and specific gravity at full imbibition r_u. Physical measurements being finished the cellulose and lignin contents were determined, using the Norman nad Jenkins and US Forest Product Laboratory methods respectively. The fundamental values found are given in the table No 1., swelling capacity and inbibition, together with chemical analyses in the table No 2. Physical changes are shown graphically in the fig. No 1, chemical ones in that No 2. The results can be summarized as follows:

1. During the wood destruction the weight loss is greater than that of volume. The increase on the beginning is caused probably by hyphae growing through the wood.

2. Up to 12 per cent weight decrease cellulose is not decomposed. Its volume remains the same.

References: Boswell (1938), Vaksman, Carey and Allen (1934) quote that first of all hemicelluloses are decomposed. This decrease corresponds to usualy given analytical data concerning the centent of hemicelluloses.

Over 12 per cent weight decrease the destruction involves cellulose decomposition. Swelling capacity increases steadily.

3. At 25 per cent weight decrease a change in the course of swelling capacity is induced. During further destruction the swelling capacity increases more strikingly that hitherto. The specific gravity at a full imbibition r_u decreases strikingly from this point. The volume of cellulose equals to that of lignin.

References: The volumes of cellulose and lignin respectively are the same (Falck, 1926). First traces of cellulose decomposition determinable roentgenometrically (Schultze, Theden and Vaupel, 1938).

By means of polarization microscope first cells with abolished double refraction were stated (Schultze and Theden 1938).

4. At 45 per cent weight decrease a rapid decline of swelling capacity begins, together with a sudden increase of specific gravity at a full imbibition r_u. The volume of cellulose is the half of that of lignin. Cellulose has lost almost 70 per cent of its volume.

References: The cellulose roentgen diagram was constated to be much less distinct (Schultze, Theden and Vaupel, 1938). By a polarisation microscope cca 70 per cent cells with abolished double refraction were found (Schultze and Theden, 1938). The decrease of the volume of cellulose is about 70 per cent (Falck, 1926).

The decsribed changes in the physical behavior of cell walls destructed by a cellulosovorous fungus suggest that a successive loosening of the inner strukture of cellulose and due to this a successive increase of swelling capacity takes place. This goes on until the volume of cellulose is as small as an half of that of lignin.

Thus the volume changes seem to be a good indicator of changes taking place in the inner structure of the cellulose component of the cell wall. The mass volume of cell walls is expressed directly by that of cellulose. For the mass volume of cell walls in the wood (M_o) is given by the relation (Rypáček, 1948):

$$M_o = \frac{r_o}{s},$$

r_o being the specific gravity at a moisture $u = 0$, and s their density (1,56). By substitution for the wood used in the present investigations $r_o = 0{,}517\ g/cm^3$ it follows that:

$$M_o = 33{,}1 \text{ per cent};$$

this value corresponds indeed to the volume of cellulose (see table No 2). Lignin and other components form only a filling in the cellulose mikrostructure; this agrees, after all, to recent opinions concerning the cell wall structure.

O ANTIBIOTICKÉM VLIVU LIŠEJNÍKU *PARMELIA PHYSODES* (L.) ACH. NA RŮST NĚKTERÝCH DŘEVOKAZNÝCH HUB.

Vladimír Tichý a *Vladimír Rypáček.*

Práce z ústavu pro fysiologii rostlin přírodovědecké fakulty Masarykovy university v Brně.

K tisku předloženo v prosinci 1951.

I. Úvod.

Jest dobře známo, jak veliký význam má v životě lesních společenstev činnost dřevokazných hub. Tyto organismy specialisované na lignocelulosní substráty napadají kulturní dřeviny a rozkládajíce jejich zdřevnatělé buněčné blány usmrcují je, znehodnocují a ničí dřevo a snižují tak citelně výsledky lesní těžby. Množství dřeva, které přichází u nás tímto způsobem za 1 rok nazmar, lze odhadnouti přibližně na 1 milion m^3 (srovnej na př. Geiger 1943). Přes nespornou závažnost těchto skutečností nelze však na druhé straně pojímat problém dřevokazných hub takto úzce a isolovaně. Jsou to opět dřevokazné houby, které první napadají v přirozených zákonitých sukcessích odumřelé zbytky dřevin a rozkládajíce je, umenšují jejich hmotu, kterou převádějí v humus, nepostradatelnou součást půdy, nesmírně důležitou pro její strukturu a vodní hospodářství a tím i pro kvantitu a kvalitu lesní výroby.

Jeví se tedy zvládnutí a usměrnění činnosti dřevokazných hub v lesních společenstvech úkolem důležitým a nejvýš potřebným. Stejně tak jest však dnes jasné, že tento problém nelze řešit s pomocí obecně užívaných konservancií chemické povahy, ale cestami zcela jinými, biologickými, které byly dosud — ke škodě věci samé — jen zřídka diskutovány (Dunin 1946). Aplikace těchto method vyžaduje však především zevrubného poznání povahy vztahů existujících mezi dřevokaznými houbami a jejich hostiteli na straně jedné a ostatními složkami lesního společenstva, především nejrůznějšími druhy mikrobů, nižších hub a ostatních organismů exponovaných styku s dřevokaznými houbami na straně druhé. A právě do tohoto rámce spadá problematika této práce, řešící účinek jednoho z našich nejrozšířenějších a co do speciální fysiologie nejpropracovanějších lišejníků (Rypáček 1935, 1940) proti některým dřevokazným houbám.

Otázka vlivu lišejníků na růst dřevokazných hub není dosud v literatuře diskutována. Jejich vlivu na růst jiných hub všímá si jediný Vartia (1949, citováno dle Bustinzy 1951), který konstatuje antibiotický vliv lišejníků *Cetraria glauca, Parmelia physodes, Evernia prunastri, Usnea dasypoga* a *Alectoria sarmentosa* na parasitické kožní houby *Actino-*

myces sulphuroides, Trichophyton pharineculatum, Trichophyton interdigitalis a *Epidermophyton inguinale.*

Poněkud šíře jsou založeny práce týkající se vlivu lišejníků na růst a vývoj mikrobů. Právě v tomto směru upozornili r. 1944 Burkholder, Evans, McVeigh a Thornton (citováno dle Bustinzy 1951 a Floreye 1949) na antibiotické působení čerstvých lišejníků. V roce 1945 zjistili Burkholder a Evans (citováno dle Bustinzy 1951 a Floreye 1949) antibiotické působení dalších čerstvých i exsikovaných lišejníků na růst mikrobů *Streptococcus aureus* a *Bacillus subtilis.* Stejným směrem zaměřili práci i ostatní autoři: Stoll, Renz a Brack (1947), Stoll, Brack a Renz (1947), Bustinza a Caballero (1947), Cifferi a Giacomini (1948, citováno dle Bustinzy 1951), kteří si vesměs všímají vlivu lišejníků na růst pathogenních mikrobů včetně tuberkulosního bacila a objevují vždy nové případy antagonismů.

S jiného hlediska všímají si této otázky autoři sovětští. Krasilnikov (1949) a Imšeněckaja (1950) zabývají se vlivem lišejníků na růst půdní bakterie *Azotobacter chroococcum* a upozorňují rovněž na časté případy antibiotického vlivu lišejníkové stélky.

Tabulka č. 1 — Table No 1.

Poloměry kolonie houby *Merulius lacrymans* rostoucí na agar-sladové půdě s přídavkem odstupňovaného množství prachované stélky lišejníku *Parmelia physodes.*

The radii of the colony of the fungus *Merulius lacrymans* cultivated on the malt-agar ground containing the varying rates of the powdered lichen *Parmelia physodes.*

Stáří kolonie v hodinách: The age of the mycelium in hours:	96	120	144	168
Koncentrace sušiny v %. The concentration of the dry matter in %.	Poloměr kolonie v *mm.* The radius of the colony in *mm.*			
0 (Kontrola — Control)	5 5	9 11	14 15	19 20
0,0625	13 12	20 18	25 24	32 30
0,125	10 10	16 17	21 22	29 27
0,25	3 3	6 7	9 11	14 14
0,5	Neroste. — No growth.			

Vycházejíc z uvedené problematiky a všímajíc si výsledků získaných uvedenými autory zabývá se tato práce vlivem stélky lišejníku *Parmelia physodes* (L.) Ach. na růst některých nejběžnějších dřevokazných hub.

II. Materiál a methoda.

Materiál. K pokusům bylo použito stélek lišejníku *Parmelia physodes* (L.) Ach. sbíraných s borky *borovice (Pinus silvestris)*. Pokus byl proveden s čerstvě nasbíraným lišejníkem.

Dřevokazné houby použité k pokusům pocházejí ze stálých kultur pěstovaných v ústavu pro fysiologii rostlin Masarykovy university v Brně (Rypáček, Radvan 1951). Bylo použito těchto kmenů:

Tabulka č. 2 — Table No 2.

Poloměry kolonie houby *Schizophyllum commune* rostoucí na agar-sladové půdě s přídavkem odstupňovaného množství prachované stélky lišejníku *Parmelia physodes*.

The radii of the colony of the fungus *Schizophyllum commune* cultivated on the malt-agar ground containing the varying rates of the powdered lichen *Parmelia physodes*.

Stáří kolonie v hodinách: The age of the mycelium in hours:	48	72	96	120	144
Koncentrace sušiny v %. The concentration of the dry matter in %.	Poloměr kolonie v *mm*. The radius of the colony in *mm*.				
0	13	22	29	40	—
(Kontrola — Control)	13	22	28	37	—
0,0625	10	18	25	32	—
	10	18	25	33	—
0,125	8	15	21	27	—
	8	15	21	27	—
0,25	8	13	19	22	—
	7	11	17	21	—
0,5	7	10	15	18	21
	6	9	13	17	20
1	3	5	6	7	9
	4	5	6	8	9
2	1	1,5	2	2,5	3
	1	1,5	2	2,5	3
4	Neroste. — No growth.				

6. *Merulius lacrymans* (Wulf.) Fr. Houba byla isolována z mycelia substrátu.

7. *Schizophyllum commune* L. Houba byla isolována ze spor.

16. *Fomes marginatus* (Fr.) Gillet. Kultura byla isolována z pletiva plodnice.

20. *Fomes annosus* (Fr.) Cooke. Kultura byla získána z mycelia substrátu.

Methoda. Inhibiční mohutnost lišejníkové stélky byla posuzována podle vlivu, jaký vykonává na růstovou rychlost dřevokazné houby rostoucí na agar-sladovém substrátu. Byl měřen lineární přírůstek houbové stélky v časové jednotce na substrátu, obsahujícím různé množství lišejníkové stélky. Základním a zároveň kontrolním substrátem ve všech pokusech byla půda tohoto složení:

vody (vodovodní) . . . . . 100 *ccm*,
sladového výtažku . . . . . 5 *g*,
agaru . . . . . 2,5 *g*.

Tabulka č. 3 — Table No 3.

Poloměry kolonie houby *Fomes marginatus* rostoucí na agar-sladové půdě s přídavkem odstupňovaného množství prachované stélky lišejníku *Parmelia physodes*.

The radii of the colony of the fungus *Fomes marginatus* cultivated on the malt-agar ground containing the varying rates of the powdered lichen *Parmelia physodes*.

Stáří kolonie v hodinách: The age of the mycelium in hours:	72	96	120	144	168
Koncentrace sušiny v %. The concentration of the dry matter in %.	Poloměr kolonie v *mm*. The radius of the colony in *mm*.				
0 (Kontrola — Control)	8 8	13 15	18 19	25 25	30 31
0,0625	9 9	15 15	20 21	26 25	32 34
0,125	9 8	14 13	19 19	25 25	31 31
0,25	6 5	10 9	15 14	19 18	23 23
0,5	0 0	1 1	3 3	5 6	10 11
1	Neroste. — No growth.				

K této základní půdě bylo přidáváno různé množství homogenisovaného lišejníku. Za tím účelem byly lišejníkové stélky očištěny, na kulovém mlýně rozprachovány a na odvážených vzorcích stanovena vlhkost, která činila 8,5%.

Do půd byla stélka odvažována vždy s korekcí na tuto vlhkost, takže veškeré údaje o obsahu lišejníku v půdě uvedené ve výsledcích pokusů vyjadřují vždy sušinu.

Sterilisace půd byla prováděna hodinovým zahřátím v proudící páře, které bylo po 24 hod. znovu opakováno.

III. Výsledky pokusů.

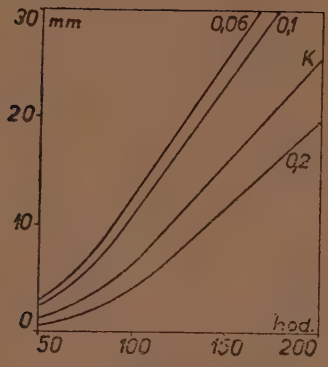
Pokusy ukázaly, že přídavek lišejníkové stélky *Parmelia physodes* (L.) Ach. do základního agar-sladového substrátu má vliv na růstovou rychlost způsobem, jehož povahu lze vyjádřiti obecnou křivkou toxicity. Působí tedy malé dávky stimulačně, dávky vyšší inhibičně, až letálně. Různé houby reagují ovšem na totéž množství lišejníku různě citlivě.

V tabulkách č. 1—4 jsou zachyceny výsledky měření růstu (poloměry)

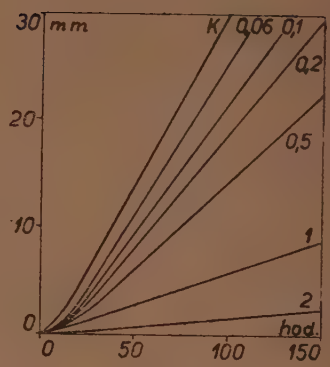
Tabulka č. 4 — Table No 4.

Poloměry kolonie houby *Fomes annosus* rostoucí na agar-sladové půdě s přídavkem odstupňovaného množství prachované stélky lišejníku *Parmelia physodes*.
The radii of the colony of the fungus *Fomes annosus* cultivated on the malt-agar ground containing the varying rates of the powdered lichen *Parmelia physodes*.

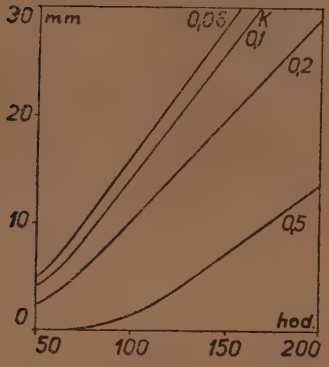
Stáří kolonie v hodinách: The age of the mycelium in hours:	72	96	120	144	168
Koncentrace sušiny v %. The concentration of the dry matter in %.	Poloměr kolonie v *mm*. The radius of the colony in *mm*.				
0 (Kontrola — Control)	5 5	10 9	17 17	22 22	— —
0,0625	9 8	15 14	20 18	26 24	32 32
0,125	2 3	6 7	11 12	14 15	19 20
0,25	1,5 2	2 3	2,5 3	4 4	6 7
0,5	0 0	0,5 0,5	1 1	2 2	3 3
1	Neroste. — No growth.				



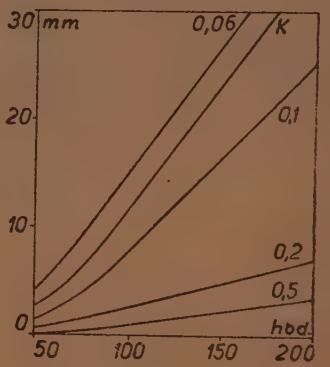
Obr. č. 1.



Obr. č. 2.



Obr. č. 3.



Obr. č. 4.

Obr. č. 1—4 — Fig. 1—4.

Růst dřevokazných hub *Merulius lacrymans* (obr. č. 1), *Schizophyllum commune* (obr. č. 2), *Fomes marginatus* (obr. č. 3) a *Fomes annosus* (obr. č. 4) na agar-sladové půdě s přídavkem odstupňovaného množství prachované stélky lišejníku *Parmelia physodes* v závislosti na čase. Abscissa: čas v hodinách, ordinata: poloměr kolonie v *mm*. Růstové křivky jsou označeny čísly, vyjadřujícími příslušnou koncentraci lišejníkové stélky v substrátě: 0,06—0,0625 % ; 0,1—0,125 % ; 0,2—0,25 % ; 0,5—0,5 % atd.; K — kontrola.

The growth of the fungi *Merulius lacrymans* (Fig. 1), *Schizophyllum commune* (Fig. 2), *Fomes marginatus* (Fig. 3) and *Fomes annosus* (Fig. 4) cultivated on malt-agar medium containing the varying rates of the powdered lichen *Parmelia physodes* in the dependence on the time. The radius of the colony (*mm*) is plotted against the time *(hours)*. The growth curves are indicated by the concentration values of the dry lichen matter in the nutrient medium: 0,06—0,0625 % ; 0,1—0,125 % ; 0,2—0,25 % ; 0,5—0,5 % etc.; K — the control.

kolonií dřevokazných hub, rostoucích na základním substrátu s odstupňovaným množstvím stélky lišejníku *Parmelia physodes* v časovém rozvinutí.

Hodnoty uvedené v tabulkách č. 1—4 poskytují v grafickém znázornění růstu (obr. č. 1—4) svazky přímek, jejichž směrnice vyjadřují růstovou rychlost houby na jednotlivých substrátech vyjádřenou v μ/hod. Tyto růstové rychlosti odečtené přímo z grafického znázornění spolu s jejich relativními hodnotami vztaženými na růstovou rychlost houby rostoucí na kontrolním (základním) substrátu jsou uspořádány v tabulce č. 5.

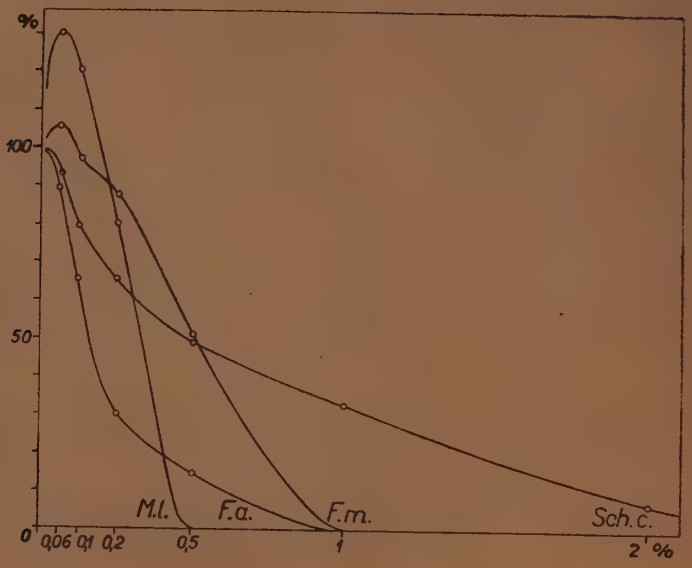
Relativní růstové rychlosti uvedené v tabulce č. 5 jsou pro jednotlivé houby vyneseny v závislosti na procentuálním obsahu lišejníkové sušiny v půdě na obraze č. 5. Resultující křivky mají tvar obecné křivky toxicity.

Tabulka č. 5 — Table No 5.

Prosté a poměrné růstové rychlosti dřevokazných hub *Merulius lacrymans, Schizophyllum commune, Fomes marginatus* a *Fomes annosus* rostoucích na agar-sladovém substrátu s odstupňovaným množstvím prachovaného lišejníku *Parmelia physodes.*

The absolute and relative growth rates of the wood-destroying fungi *Merulius lacrymans, Schizophyllum commune, Fomes marginatus* and *Fomes annosus* cultivated on the malt-agar ground containing the varying rates of the powdered lichen *Parmelia physodes.*

Koncentrace sušiny v %: The concentration of the dry lichen matter in %:	Růstová rychlost v The rate of the growth in							
	μ/h. μ/hr.	%	μ/h. μ/hr.	%	μ/h. μ/hr.	%	μ/h. μ/hr.	%
	Merulius lacrymans		*Schizoph. commune*		*Fomes marginatus*		*Fomes annosus*	
0 (Kontrola — Control)	200	100	340	100	216	100	264	100
0,0625	260	130	315	93	230	106	236	89
0,125	240	120	270	79	210	97	174	66
0,25	160	80	226	66	190	88	80	30
0,5	—	—	167	49	110	51	40	15
1	—	—	80	24	—	—	—	—
2	—	—	24	7	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—



Obr. č. 5 — Fig. 5.

Závislost relativní růstové rychlosti dřevokazných hub *Merulius lacrymans* (křivka *M. l.*), *Schizophyllum commune* (křivka *Sch. c.*), *Fomes marginatus* (křivka *F. m.*) a *Fomes annosus* (křivka *F. a.*) na procentuálním obsahu sušiny lišejníku *Parmelia physodes* v agar-sladovém substrátu. Abscissa: koncentrace sušiny lišejníkové stélky v substrátě (0,06—0,0625 % ; 0,1—0,125 % ; 0,2—0,25 % ; 0,5—0,5 % atd.), ordinata: relativní růstová rychlost v procentech kontroly.

The relation between the relative growth rate of the wood-destroying fungi *Merulius lacrymans* (curve *M. l.*), *Schizophyllum commune* (curve *Sch. c.*), *Fomes marginatus* (curve *F. m.*) and *Fomes annosus* (curve *F. a.*) and the percentage content of the dry matter of the lichen *Parmelia physodes* in the malt-agar medium. The relative growth rate is plotted against the concentration of the dry lichen matter in the nutrient medium used (0,06—0,0625 % ; 0,1—0,125 % ; 0,2—0,25 % ; 0,5—0,5 % etc.).

IV. Diskuse.

Úkolem této práce bylo stanoviti, jak se mění růst některých dřevokazných hub vlivem lišejníku *Parmelia physodes* (L.) Ach. Zjištěné působení je v plné shodě s nálezem, který učinil 1949 Vartia, jenž zjistil, že lišejník *Parmelia physodes* — mezi jinými — působí inhibičně proti některým parasitickým kožním houbám. Pokud se týká ostatních prací, nelze ovšem srovnávati působení antibakteriální s vlivem fungistatickým, nicméně jest pozoruhodné, že i v onom směru byl lišejník *Parmelia physodes* nalezen aktivním, pokud byl proti bakteriím testován.

Působení stélky lišejníku *Parmelia physodes* na houby použité v pokuse lze označiti jako toxické. Jak názorně ukazuje obr. č. 5, má v některých případech závislost růstové rychlosti na koncentraci stélky v substrátu typický průběh jedové křivky. Velmi ostře vyniká tento průběh u houby *Merulius lacrymans*. Stimulační zona je v tomto případě velmi úzká a leží při koncentraci 0,065% stélky v substrátu. I zona inhibiční je velmi krátká a končí při koncentraci 0,5%, kde nastává již působení letální. *Schizophyllum commune* nevykazuje naproti tomu stimulačního vrcholu, zatím co inhibiční zona jest více protažena. Letální koncentrace není pro tuto houbu dosaženo v souhlase s tím ani při 2% sušiny v substrátě. *Fomes marginatus* chová se podobně jako *Merulius lacrymans*. Stimulační vrchol leží rovněž při koncentraci 0,065% sušiny, s přibývající koncentrací stélky růstové rychlosti rychle ubývá, letální koncentrace sušiny je 1%. *Fomes annosus* blíží se průběhem křivky naopak houbě *Schizophyllum commune*. V oblasti použitých koncentrací nevykazuje rovněž stimulačního pásma, nýbrž spadá zpočátku rychle, později zvolna k letální koncentraci, která leží při 1% sušiny v substrátě.

Srovnáváme-li nyní průběh všech čtyř závislostí, vidíme rozlišení ve dvě dvojice: *Merulius lacrymans a Fomes marginatus* s ostře vyznačenou stimulační zonou a příkře spadající částí inhibiční, *Schizophyllum commune* a *Fomes annosus* se zaniklými stimulačními vrcholy a s poměrně volnějším spádem křivky. Toto rozlišení, které jest zajisté jen dvojí, kvantitativně rozličnou modifikací jediné zákonitosti, je nepochybně v souvislosti s odlišnou povahou výživy obou dvojic. *Fomes marginatus* a ještě spíše *Merulius lacrymans* jsou houby převážně saprofytického charakteru a jako takové jsou méně navyklé na přítomnost obranných metabolitů vitálních rostlin a tudíž snáze přístupné toxickému působení takových a jim podobných látek. Ostatní jsou houby spíše parasitické a v protikladu k oběma předchozím mohou těmto činitelům snáze odolávati.

Vztah lišejníku a dřevokazné houby je tedy závislý na povaze výživy dřevokazné houby, avšak tento faktor je pouze jednou stránkou vzájemných vztahů. Na druhé straně závisí vztah obou organismů na povaze lišejníkové stélky i na vnějších podmínkách jejího vývoje. Některé z těchto podmínek budou předmětem dalšího sdělení.

V. Souhrn výsledků.

Bylo studováno antibiotické působení stélky lišejníku *Parmelia physodes* (L.) Ach. na růst dřevokazných hub *Merulius lacrymans* (Wulf.) Fr., *Schizophyllum commune* L., *Fomes marginatus* (Fr.) Gillet a *Fomes annosus* (Fr.) Cooke.

Vliv lišejníku byl vyjádřen změnou růstové rychlosti dřevokazné houby rostoucí na agar-sladovém substrátu s odstupňovanou příměsí práškované lišejníkové stélky.

Lišejník *Parmelia physodes* má v širokých mezích vliv na růst dřevokazných hub v pokuse užitých. Nižší dávky mohou růst houby stimulovat, střední jej omezují a vyšší působí letálně. Toxický účinek lišejníku lze vystihnouti obecnou křivkou toxicity.

Citlivost různých dřevokazných hub na totéž množství lišejníku v půdě je různá a závisí vcelku na ekologickém charakteru houby jako na jednom z určujících činitelů.

Studie o vlivu prostředí lišejníku na jeho toxicitu vůči dřevokazným houbám bude předmětem dalšího sdělení.

VI. Literatura.

BUSTINZA F.: Antibacterial substances from lichens. Endeavour, 10: 95, 1951.

DUNIN M. S.: Odolnost rostlin a živočichů proti chorobám. Z ruštiny přeložil Ing. Dr N. Pume. Praha 1949.

FLOREY H. W.: Antibiotics. London 1949.

GEIGER F.: Der bauliche Holzschutz des Ingenieurholzbaues im Freien. Internat. Holzmarkt, No. 20, p. 34—38. No. 21—22, p. 45—49. 1943.

IMŠENĚCKAJA J. A.: Vlijanije lišajnikov na razvitije azotobaktěra. Mikrobiologija, 19: 105, 1950.

KRASILNIKOV N. A.: Suščestvujet li azotobaktěr v lišajnikach? Mikrobiologija, 18: 3, 1949.

RYPÁČEK V.: Příspěvek k experimentální ekologii lišejníku *Parmelia physodes* (L.) Ach. Rozpravy II. třídy české akademie, 45, č. 1, 1935.

RYPÁČEK V.: Analogické vztahy lišejníků a lišejníkových hub k aciditě prostředí. Příroda, 33: 72, 1940.

RYPÁČEK V., RADVAN R.: Čisté kultury hub, pěstované v ústavu pro fysiologii rostlin Masarykovy university v Brně (Kotlářská 2). Česká mykologie, 5: 16, 1951.

STOLL A., BRACK A., RENZ J.: Die antibakterielle Wirkung der Usninsäure auf Mykobakterien und andere Mikroorganismen. V. Mitt. über antib. Stoffe. Experientia, 3: 115, 1947.

STOLL A., RENZ J., BRACK A.: Antibiotika aus Flechten. IV. Mitt. über antib. Stoffe. Experientia, 3: 111, 1947.

АНТИБИОТИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ ЛИШАЙНИКА *PARMELIA PHYSODES (L.) Ach.* НА РОСТ НЕКОТОРЫХ ДРЕВОРАЗРУШАЮЩИХ ГРИЪОВ.

Институт для физиологии растений университета имени Масарика в Брно, ЧСР.

Выводы.

Выло изучано антибиотическое влияние лишайника *Parmelia physodes (L.) Ach.* на рост древоразрушающих грибов *Merulius lacrymans (Wulf.) Fr., Schizophyllum commune L., Fomes marginatus (Fr.) Gillet* и *Fomes annosus (Fr.) Cooke.*

Воздействие лишайника представляет мера изменения быстроты роста древоразрушающего гриба выращиванного на сусло-агару, который содержал разное количество лишайника.

Рост двеворазрушающих грибов использованных в опите значительно варирует под воздействием лишайника *Parmelia physodes (L.) Ach.* Малыми дозами рост гриба стимулируется, среднее дозы эадерживают его рост, высокие воздействуют летально. Токсическое воздействие лишайника может представлять общая кривая токсичность.

Разные древоразрушающие грибы разно чуствительны на тот же самое количество лишайника в питательной среде. Эта чуствительность относится целиком от экологическоко карактера гриба, который представляет один из определяющих факторов. Изучение влияния среды, в которой лишайник растёт, на его токсичность по отношению к древоразрушающим грибам предметом будущей работы.

THE ANTIBIOTIC EFFECT OF THE LICHEN *PARMELIA PHYSODES* (L.) A C H. ON THE GROWTH OF SOME WOOD — DESTROYING FUNGI.

Institute for Plant Physiology, Masaryk university, Brno, ČSR.

Summary.

The antibiotic action of the lichen thallus *Parmelia physodes* (L.) A c h. upon the growth of the wood-destroying fungi *Merulius lacrymans* (W u l f.) F r., *Schizophyllum commune* L., *Fomes marginatus* (F r.) G i l l e t and *Fomes annosus* (F r.) C o o k e is studied in the present paper.

The antibiotic effect of the lichen is expressed by the change of the growth rate of the wood-destroying fungus growing on the malt-agar plate with the varying contents of the powdered lichen thallus.

The growth of the wood-destroying fungi is large changed by the lichen. The growth of the fungus may be stimulated by the use of smaller quantities and limited by the middle ones. Higher rates have lethal effect. The toxic action of the lichen may be expressed by the general toxicity curve.

The sensibility of the various wood-destroying fungi to the same content of the lichen in the ground varies and is dependent on the ecological character of the fungus which is the one of the determining factors.

The study dealing with the effect of the natural milieu of the lichen on its toxicity against the wood-destroying fungi will be a subject of our next paper.

O FUNGISTATICKÉM ÚČINKU LIŠEJNÍKOVÝCH KYSELIN DRUHU *PARMELIA PHYSODES* (L.) ACH.

Vladimír Tichý a *Vladimír Rypáček.*

Práce z ústavu pro fysiologii rostlin přírodovědecké fakulty
Masarykovy university v Brně.

K tisku předloženo v prosinci 1951.

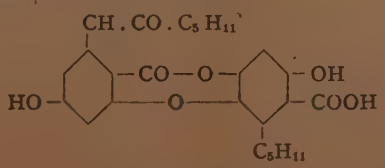
I. Úvod.

Jak bylo na jiném místě ukázáno, působí stélka lišejníku *Parmelia physodes* (L.) Ach. inhibičně na růst některých dřevokazných hub (Tichý a Rypáček 1952, tam viz též další literaturu). Toto zjištění jest ve shodě s výsledky prací jiných autorů, kteří konstatovali inhibiční účin uvedeného lišejníku jednak proti některým pathogenním houbám (viz na př. Bustinza 1951, tam také bližší literatura), jednak proti pathogenním mikrobům (na př. Stoll, Renz a Brack 1947) i proti Azotobakteru (Krasilnikov 1949, Imšeněckaja 1950).

Burkholder a spolupracovníci (1944, citováno dle Floreye 1949) vyslovili názor, že lišejníková antibiotika mají těsný vztah k t. zv. lišejníkovým kyselinám, které jsou již velmi dlouho známy (na př. Zopf 1907, Asahina 1939). 1949 isoloval Burkholder a Evans (citováno dle Floreye 1949) znovu lišejníkovou kyselinu usninovou a prokázal vskutku její široké bakteriostatické působení. Jejich výsledky potvrdili Stoll, Brack a Renz 1947, Bustinza a Caballero 1948 a mnozí další autoři (viz Bustinza 1951). Kromě kyseliny usninové, která zatím zůstává nejslibnějším lišejníkovým antibiotikem, byly isolovány ještě některé další lišejníkové kyseliny bakteriostatických vlastností, mezi nimi i kyselina physodová, produkovaná lišejníkem *Parmelia physodes* (L.) Ach. (Stoll, Brack a Renz 1947).

Druh *Parmelia physodes* (L.) Ach. produkuje tři typické lišejníkové kyseliny vedle určitého množství blíže nedefinovaného amorfního metabolitu rovněž kyselé povahy (Zellner 1934):

1. Kyselina physodová jest didepsidem orcinu chemického vzorce (Asahina, Nogami 1934):



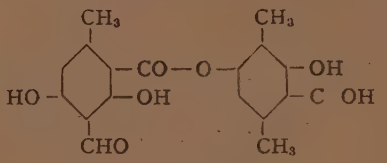
(I)

Kyselina physodová.

Tvoří bezbarvé krystalky, rozpustné v etheru, ethylalkoholu, acetonu a chloroformu. Alkoholický roztok poskytuje s chloridem železitým černozelené, později fialové zbarvení. Varem s ethylalkoholem a kyselinou solnou poskytuje objemný, intensivně modrý odparek. Bod tání 205° C.

2. Kyselina physodalová jest identická s kyselinou kaprarovou a má povahu didepsidické vícesytné kyseliny. V etheru, ethylalkoholu, acetonu a chloroformu se rozpouští nesnadno. S chloridem železitým se v alkoholickém prostředí barví červenohnědě. Odpařením s kyselinou solnou a ethylalkoholem nezanechává modrého odparku.

3. Atranorin jest depsid β-orcinu a náleží mu vzorec tvaru (Pfau 1926):



(II)

Atranorin.

Ve všech organických rozpouštědlech je velmi těžko rozpustný, nejsnáze v horkém chloroformu. Alkoholická suspense dává s chloridem železitým červené zbarvení. Koncentrovanou kyselinou sírovou se barví žlutě.

T. zv. amorfní lišejníkové kyseliny nejsou lišejníkovou kyselinou v užším slova smyslu, nicméně byly pro podobnost některých svých chemických vlastností do této práce rovněž pojaty.

Úkolem této práce jest provésti isolaci uvedených kyselin a zjistiti, jakou měrou se jednotlivé tyto látky podílejí na fungistatických vlastnostech lišejníku.

II. Materiál a methoda.

Materiál: Lišejník *Parmelia physodes* byl sebrán s borky mladých *borovic (Pinus silvestris)* a ihned zpracován. Jako testovacího organismu bylo použito dřevokazné houby *Fomes annosus* (Fr.) Cooke, a to kmene č. 20, chovaného ve sbírce stálých kultur hub na ústavě pro fysiologii rostlin MU v Brně (Rypáček, Radvan 1951).

Methoda: K isolaci kyselin bylo použito methody, kterou vypracoval Zellner (1934) a která byla v této práci poněkud modifikována:

Rozprachovaná stélka (62 *g*) byla loužena 3× po 3 hod. vždy 500 *ccm* chladného éteru. Spojené extrakty byly zahuštěny a ponechány krystalisaci. Vyloučené krystalky byly 4× vytřepány malým množstvím chladného éteru, čímž byla získána frakce kyseliny physodové. Zbytek byl opětovně loužen horkým benzolem, čímž se oddělila frakce atranorinu, jež byla

překrystalisována z chloroformu. Extrakční zbytek byl rozpuštěn v 10% roztoku kyselého uhličitanu draselného a vysrážen zředěnou kyselinou solnou. Tak byla získána frakce kyseliny physodalové. Zbytek po extrakci éterem byl loužen 3× po 5 hod. 500 *ccm* chladného acetonu. Odparek spojených extraktů byl spojen s odparkem matečného louhu étérického výtažku a vyjmut petroléterem. Zbytek byl vyloužen horkým benzolem, čímž byla oddělena frakce amorfních lišejníkových kyselin. Extrakční zbytek byl rozpuštěn v 10% kyselém uhličitanu draselném, zfiltrován a rozložen zředěnou kyselinou solnou. Tím byl získán zbytek kyseliny physodalové.

Účinnost jednotlivých frakcí byla stanovena methodou komínkovou na agar-sladových půdách. Na základní půdu o složení:

vody (vodovodní)	100 *ccm*,
sladového výtažku	5 *g*,
agaru	2,5 *g*

byly umístěny dva komínky o průměru 7 *mm*, každý do jedné poloviny

Tabulka č. 1 — Table No 1.

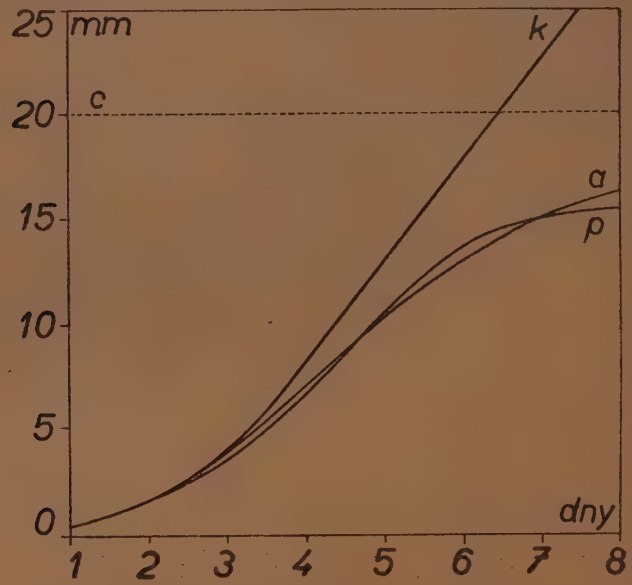
Poloměry kolonie houby *Fomes annosus* rostoucí na agar-sladové půdě proti komínkům s 2% roztoky kyseliny physodové, physodalové, atranorinu a amorfních lišejníkových kyselin.

The radii of the colony of the fungus *Fomes annosus* growing on the malt-agar ground against the cylinders containing the 2% solution of the physod acid, physodal acid, atranorin and amorphous lichen acids.

Stáří kolonie ve dnech: The age of the mycelium (days):	2	3	4	6	7
Obsah komínku: Content of the cylinder:	Poloměr kolonie v *mm* ve směru proti komínku: The radius of the colony in *mm* against the cylinder:				
Čisté rozpouštědlo	1,5	4	8	18	22,5
The pure solvent	1,5	4	8	18	22,5
Physodová kyselina	1,5	3,5	6	13	15
Physod acid	1,5	3,5	7	14	15
Physodalová kyselina	1,5	3	7,5	17	22
Physodal acid	1,5	4	8	18	23
Atranorin	1,5	4	8	18	22
	1,5	4	8	18	22
Amorfní lišejníkové kyseliny	1,5	4	7	13	15
Amorphous lichen acids.	1,5	4	7	13	15

misky 2 *cm* od středu. Jeden komínek byl naplněn 0,1 *ccm* 2% roztoku testované frakce, druhý komínek čistým rozpouštědlem. Roztoky byly zhotoveny jednak v acetonu (frakce kyseliny physodové, physodalové, amorfních lišejníkových kyselin), jednak v chloroformu (frakce atranorinu).

Závěrem byla pořízena řada agar-sladových půd s přídavkem odstupňovaného množství jednak frakce kyseliny physodové, jednak frakce amorfních lišejníkových kyselin a na tyto půdy byla naočkována houba *Fomes annosus*. Z růstových rychlostí byl stanoven kvantitativní účinek obou nejúčinnějších frakcí.



Obr. č. 1 — Fig. 1.

Růst houby *Fomes annosus* na agar-sladové půdě proti komínkům s 2% roztokem lišejníkových kyselin v závislosti na čase. Abscissa: čas ve dnech, ordinata: poloměr kolonie v *mm*. *c* — vzdálenost komínků od inokula, *k* — růst proti komínkům s čistým rozpouštědlem, s roztokem kyseliny physodalové a atranorinu, *a* — růst proti komínku s roztokem amorfních lišejníkových kyselin, *p* — růst proti komínku s roztokem kyseliny physodové.

The growth of the fungus *Fomes annosus* on the malt-agar ground against the cylinders containing 2% solution of the lichen acids as depending on the time. The radius of the colony (*mm*) is plotted against the time (days). *c* — the distance cylinders-inoculum, *k* — the growth against the cylinders containing the pure solvent, physodal acid or atranorin, *a* — the growth against the cylinder containing the solution of the amorphous lichen acids, *p* — the growth against the cylinder containing the solution of the physod acid.

III. Výsledky pokusů.

Pokusy ukázaly, že kyselina physodová má na houbu *Fomes annonus* celkem malý inhibiční účin, zatím co atranorin a kyselina physodalová nepůsobí v tomto směru vůbec. Amorfní lišejníkové kyseliny působí zato nejintensivněji ze všech zkoušených frakcí.

Tabulka č. 1 obsahuje poloměry kolonie houby *Fomes annosus* rostoucí ve směru proti komínku s čistým rozpouštědlem i proti komínkům s roztoky účinných látek.

Hodnoty uspořádané v tabulce č. 1 jsou graficky vyneseny na obraze čís. 1.

S oběma účinnými frakcemi, t. j. s kyselinou physodovou a s amorfními lišejníkovými kyselinami, byl proveden pokus koncentrační. Tabulky č. 2 a 3 obsahují údaje o růstu houby *Fomes annosus* na základním substrátě s přídavkem odstupňovaného množství obou těchto látek.

Graficky jsou hodnoty z tabulek č. 2 a 3 vyneseny na obraze č. 2 a 3.

Tabulka č. 2 — Table No 2.

Poloměry kolonie houby *Fomes annosus* rostoucí na agar-sladovém substrátu s přídavkem odstupňovaného množství kyseliny physodové.

The radii of the colony of the fungus *Fomes annosus* growing on the malt-agar ground containing the varying rate of the physod acid.

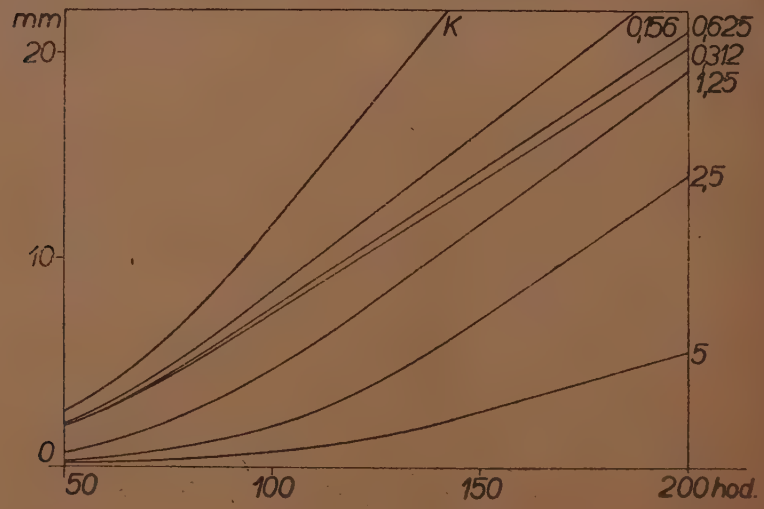
Stáří kolonie v hodinách: The age of the mycelium in hours:	96	120	144	168	192
Koncentrace kyseliny physodové v %. The concentration of the physod acid in %.	Poloměr kolonie v *mm*. The radius of the colony in *mm*.				
0 (Kontrola — Control)	11 11	16 16	23 23	29 29	35 35
0,0156	7,5 8	12 12	15 16	19 20	22 23
0,0312	7 6	11 11	13 12	17 17	20 20
0,0625	7 6	10 10	12 12	17 17	20 20
0,125	5 4	8 6	10 10	15 14	18 18
0,25	2 2	3,5 3,5	6 6	9 10	13 14
0,5	1 1	1,5 1,5	2 2	4 4	5 5

Tabulka č. 3 — Table No 3.

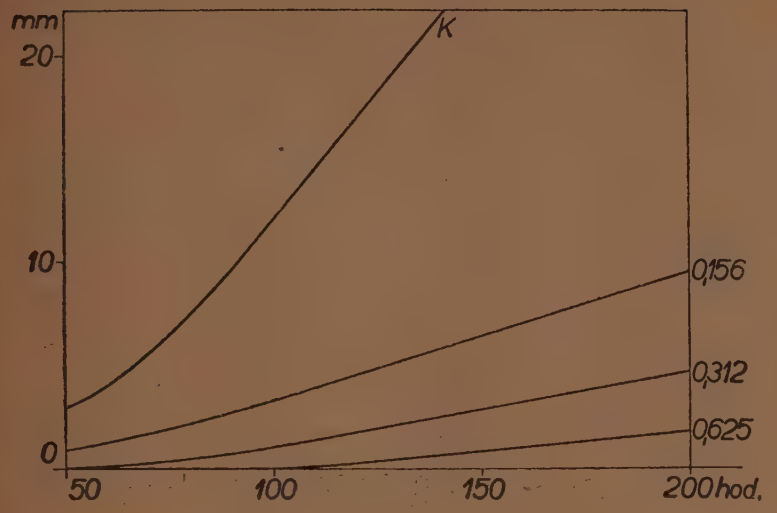
Poloměry kolonie houby *Fomes annosus* rostoucí na agar-sladovém substrátu s přídavkem odstupňovaného množství amorfních lišejníkových kyselin.

The radii of the colony of the fungus *Fomes annosus* growing on the malt-agar ground containing the varying rate of the amorphous lichen acids.

Stáří kolonie v hodinách: The age of the mycelium in hours:	96	120	144	168	192
Koncentrace amorfních lišejníkových kyselin v %. The concentration of the amorphous lichen acids in %.	Poloměr kolonie v *mm*. The radius of the colony in *mm*.				
0	11	16	23	29	35
(Kontrola — Control)	11	16	23	29	35
0,0156	3	4	6	8	8
	3	4	6	8	8
0,0312	1	2	2,5	3	4,5
	1	1,5	2	3	4,5
0,0625	0	0,25	0,5	1	1,2
	0	0,25	0,5	1,5	5
0,125	Neroste. — No growth.				



Obr. č. 2 — Fig. 2



Obr. č. 3 — Fig. 3.

Růst houby *Fomes annosus* na agar-sladové půdě s přídavkem odstupňovaného množství amorfních lišejníkových kyselin v závislosti na čase. Abscissa: čas v hodinách, ordinata: poloměr kolonie v *mm*. Růstové křivky jsou označeny čísly vyjadřujícími příslušnou koncentraci kyselin v substrátě v ‰. *K* — růst kontroly.

The growth of the fungus *Fomes annosus* cultivated on the malt-agar ground containing the varying rates of the amorphous lichen acids as depending of the time. The radius of the colony (*mm*) is plotted against the time (*hours*). The figures indicating the concentration of the acids in the nutrient medium (in ‰) is attached to each growth curves. *K* — the control.

Obr. č. 2 — Fig. 2.

Růst houby *Fomes annosus* na agar-sladové půdě s přídavkem odstupňovaného množství kyseliny physodové v závislosti na čase. Abscissa: čas v hodinách, ordinata: poloměr kolonie v *mm*. Růstové křivky jsou označeny čísly vyjadřujícími příslušnou koncentraci kyseliny v substrátě v ‰. *K* — růst kontroly.

The growth of the fungus *Fomes annosus* cultivated on the malt-agar ground containing the varying rates of the physod acid as depending on the time. The radius of the colony (*mm*) is plotted against the time (*hours*). The figures indicating the concentration of the acid in the nutrient medium (in ‰) is attached to each growth curves. *K* — the control.

Absolutní růstové rychlosti v μ/hod., t. j. směrnice lineárních částí růstových křivek znázorněných na obr. č. 2 a 3 spolu s relativními růstovými rychlostmi vztaženými na růst kontroly jsou uspořádány v tabulce č. 4 a graficky vyneseny na obr. č. 4.

Tabulka č. 4 — Table No 4.

Růstové rychlosti houby *Fomes annosus* absolutní v μ/hod. a relativní v procentech kontroly na substrátu obsahujícím různé množství kyseliny physodové a amorfních lišejníkových kyselin.

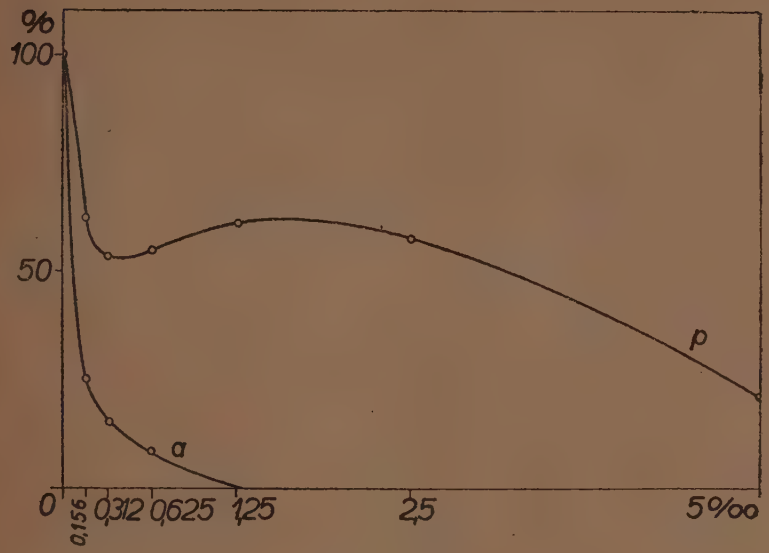
The absolute (μ/hr.) and relative (per cent of the control) growth rates of the fungus *Fomes annosus* cultivated on the malt-agar ground containing the varying rates of the physod acid and the amorphous lichen acids.

Koncentrace kyseliny v %. The concentration of the acid in %.	Růstová rychlost v The growth rate in			
	μ/hod. μ/hr.	%	μ/hod. μ/hr.	%
	Physodová kyselina Physod acid		Amorfní lišejníkové kyseliny Amorphous lichen acids	
0 (Kontrola — Control)	246	100	246	100
,0156	155	63	64	26
0,0312	130	54	36	15
0,0625	136	55	20	9
0,125	150	61	—	—
0,25	140	57	—	—
0,5	55	22	—	—

IV. Diskuse.

Úkolem této práce bylo isolovati především tři lišejníkové kyseliny druhu *Parmelia physodes* (L.) A ch., t. j. kyselinu physodovou, physodalovou a atranorin, jakož i frakci t. zv. amorfních lišejníkových kyselin. Skutečně se podařilo tyto jednotlivé složky isolovat i když nebylo možno počítati předem s jistým výtěžkem všech čtyř kyselin. Obsah lišejníkových kyselin podléhá totiž značným výkyvům (A s a h i n a 1937) a zejména obsah kyseliny physodové může v některých exemplářích uvedeného lišejníku zcela vymizeti (H e s s e 1907).

Identita jednotlivých lišejníkových kyselin byla prokázána reakcemi, které naprosto souhlasily s chemickým chováním těchto kyselin popsaným v úvodu práce.



Obr. č. 4 — Fig. 4.

Závislost relativní růstové rychlosti houby *Fomes annosus* na procentuálním obsahu kyseliny physodové (křivka *p*) a amorfních lišejníkových kyselin (křivka *a*) v agar-sladovém substrátu. Abscissa: koncentrace kyseliny v ‰, ordinata: relativní růstová rychlost v procentech kontroly.

The relation between the relative growth rate of the fungus *Fomes annosus* and the percentage content of the physod acid (curve *p*) and the amorphous lichen acids (curve *a*) in the malt-agar medium. The relative growth rate (per cent of the control) is plotted against the concentration of the acids in the nutrient medium (‰).

Dalším úkolem bylo stanoviti poměrnou inhibiční mohutnost jednotlivých isolátů. To bylo provedeno komínkovou methodou, která jest rychlá a pro kvalitativní určení zcela průkazná. Pro kvantitativní stanovení účinnosti jednotlivých frakcí není však tato methoda v našem případě tak výhodně použitelná jako v pracích bakteriologických, neboť na rozdíl od nich máme v případě stanovení růstové rychlosti houby co činiti se dvěma proměnnými veličinami, totiž nejen s měnící se růstovou rychlostí, ale i s proměnnou koncentrací antibiotika, jevící v okolí komínku číselně nezachytitelný koncentrační spád. Proto byla účinnost kyseliny physodové a amorfních lišejníkových kyselin, kteréžto látky se v pokuse s komínky ukázaly jako nejpůsobivější, kvantitativně sledována v koncentračním pokuse. Tento pokus pak ukázal, že zatím co amorfní lišejníkové kyseliny

inhibují růst houby *Fomes annosus* v koncentraci 1 : 800, není tohoto účinku dosaženo u kyseliny physodové ani při koncentraci 1 : 200, kdy je růstová rychlost pouze snížena na 22% kontroly.

Ukázala tedy tato práce ve shodě s prací, kterou uveřejnili Stoll, Brack a Renz 1947, že kyselina physodová jeví určité antibiotické účinky, zároveň však i tu dosud neznámou skutečnost, že mnohem intensivněji působí v tomto směru frakce amorfních lišejníkových kyselin.

Jest ovšem třeba míti na paměti, že tu srovnáváme bakteriostatické a fungistatické účinky kyseliny physodové, neboť jiné než vlastní údaje o fungistatickém účinku této kyseliny dosud v literatuře neexistují. Zjištěná fakta o antibiotickém působení amorfních lišejníkových kyselin není pak dosud vůbec možno konfrontovati se zjištěními jiných autorů.

V. Souhrn.

Bylo studováno působení jednotlivých lišejníkových kyselin druhu *Parmelia physodes* (L.) Ach. na růst dřevokazné houby *Fomes annonus* (Fr.) Cooke.

Byly isolovány kyseliny physodová, physodalová (caprarová), atranorin a frakce amorfních lišejníkových kyselin.

Kominkovou methodou bylo zjištěno, že kyselina physodalová a atranorin postrádají fungistatických účinků, že kyselina physodová jeví tyto účinky v malé, amorfní lišejníkové kyseliny v mnohem větší míře.

Koncentračním pokusem bylo zjištěno, že letální koncentrace kyseliny physodové pro *Fomes annosus* je větší než 0,5%, kdežto u amorfních lišejníkových kyselin se rovná 0,125%.

VI. Literatura.

ASAHINA Y.: Flechtenstoffe. Fortschritte der Chemie organischer Naturstoffe, 2: 27, 1939.

ASAHINA Y.: Über den taxonomischen Wert der Flechtenstoffe. Botanic. Mag. (Tokyo), 51: 759, 1937.

ASAHINA Y., NOGAMI H.: Untersuchungen über Flechtenstoffe. XLI. Mitt. Über die Konstitution der Physodsäure. I. Ber. dtsch. chem. Ges., 67: 805, 1934.

BUSTINZA F.: Antibacterial substances from lichens. Endeavour, 10: 95, 1951.

FLOREY H. W.: Antibiotics. London 1949.

HESSE O.: Beitrag zur Kenntnis der Flechten und ihrer charakteristischen Bestandteile. Journ. f. prakt. Chemie, 76: 22, 1907.

IMŠENĚCKAJA J. A.: Vlijanije lišajnikov na razvitije azotobaktěra. Mikrobiologija, 19: 105, 1950.

KRASILNIKOV N. A.: Suščestvujet li azotobaktěr v lišajnikach? Mikrobiologija, 18: 3, 1949.

PFAU A. S.: Zur Kenntnis der Flechtenbestandteile I. Die Konstitution des Atranorins. Helv. chim. Acta, 9: 650, 1926.

RYPÁČEK V., RADVAN R.: Čisté kultury hub, pěstované v ústavu pro fysiologii rostlin Masarykovy university v Brně (Kotlářská 2). Česká mykologie, 5: 16, 1951.

STOLL A., BRACK A., RENZ J.: Die antibakterielle Wirkung der Usninsäure auf Mykobakterien und andere Mikroorganismen. V. Mitt. über antib. Stoffe. Experientia, 3: 115, 1947.

STOLL A., RENZ J., BRACK A.: Antibiotika aus Flechten. IV. Mitt. über antib. Stoffe. Experientia, 3: 111, 1947.

TICHÝ V. a RYPÁČEK V.: O antibiotickém vlivu lišejníku *Parmelia physodes* (L.) Ach. na růst některých dřevokazných hub. Spisy přírodověd. fakulty Masaryk. univ., Brno, č. 335, 1952.

ZELLNER J.: Zur Chemie der Flechten. III. *Parmelia physodes* L. Monatsh. Chem., 64: 6, 1934.

ZOPF W.: Die Flechtenstoffe in chemischer, botanischer, pharmakologischer und technischer Beziehung. Jena 1907.

ФУНГИСТАТИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ ЛИШАЙНЫХ КИСЛОТ ВИДА *PARMELIA PHYSODES (L.) Ach.*

Институт для физиологии растений университета им. Масарика в Брно, ЧСР.

Выводы.

Было изучано влияние отдельных лишайных кислот вида *Parmelia physodes (L.) Ach.* на рост древоразрушающего гриба *Fomes annosus (Fr.) Cooke.*

Были выделены следующие кислоты: физодовая (формула I.), физодаловая (капраровая), атранорин (формула II.) и фракции аморфных лишайных кислот.

Оксфордским методом установлено, что физодаловая кислота и атранорин без фунгистатическово эффекта, физодовая кислота обозначает слабым воздействием, пока аморфные лишайные кислоты проявляют гораздо большее влияние.

Быдо установлено, что леталные концентрации физодовой кислоты для гриба *Fomes annosus (Fr.) Cooke* большее чем 0,5%, леталные концентвации аморфных лишайных кислот = 0,125%.

THE FUNGISTATIC EFFECT OF THE LICHEN ACIDS OF THE SPECIES *PARMELIA PHYSODES* (L.) ACH.

Institute for Plant Physiology, Masaryk university, Brno, ČSR.

Summary.

The effect of the single lichen acids of the species *Parmelia physodes* (L.) Ach. on the growth of the wood-destroying fungus *Fommes annonus* (Fr.) Cooke is studied in the present paper.

The physod acid, physodal acid, atranorin and the amorphous lichen acids were isolated.

By the use of the cylinder-plate method it was found that the physodal acid and the atranorin do not show the fungistatic effect. The fungistatic effect of the amorphous lichen acids was showen in a much greater rate than that of the physod acid.

Further, it was found, that lethal concentration of the physod acid for the fungus *Fomes annosus* (Fr.) Cooke is greater than 0,5%. The lethal concentration of the amorphous lichen acids amounts 0,125%.

Spisy vydávané přírodovědeckou fakultou Masarykovy university v Brně ● Vydává přírodovědecká fakulta Masarykovy university v Brně, Kotlářská 2 ● Tiskne Práce 03, Brno, Gottwaldova 21
Toto číslo vyšlo 31. března 1952 ● Vedoucí redakce J. M. Mohr
Cena 25 Kčs